This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

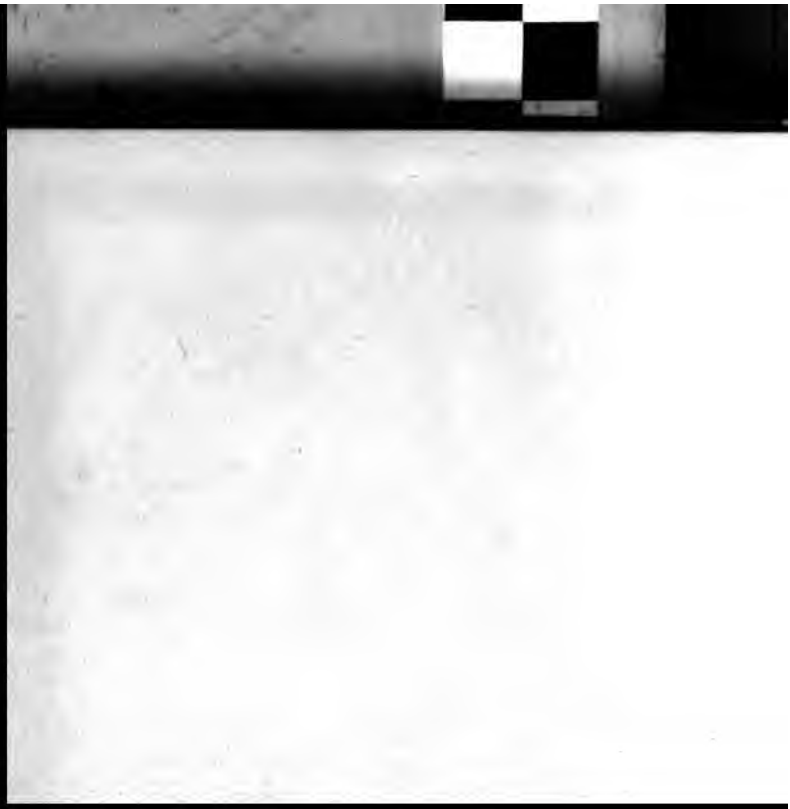
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

530.5
A613



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXVI.

[redacted]

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

VIERTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SECHS UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST VIER FIGURENTAFELN.

LEIPZIG, 1862.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

HUNDERT UND SECHSZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND ZWEI UND NEUNZIGSTER.

NEBST VIER FIGURENTAFELN.

LEIPZIG, 1862.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

des Bandes CXVI der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Ueber Strahlung und Absorption der Wärme durch gasförmige Materie; von J. Tyndall 1

II. Ueber recurrente Ströme und ihre Anwendung zur Darstellung von Gasspectren; von Plücker 27

III. Ueber das Gefrieren des Wassers aus Lösungen; von F. Rüdorff 55

IV. Ueber die Anwendung des Satzes von der Aequivalenz der Verwandlungen auf die innere Arbeit; von R. Clausius 73

V. Chemisch-analytische Beiträge; von H. Rose 112

VI. Ueber die elektrische Flaschen-Entladung; von W. Feddersen 132

VII. Ueber die Zersetzung des chlorsauren Kalis bei niederer Temperatur durch Braunstein, eine sogenannte katalytische Erscheinung; von E. Wiederhold 171

VIII. Ueber das untere Ende der Blitzableiter; von F. Mohr . . 181

IX. Chemische Untersuchung des Meteorsteins von Uden; von E. H. v. Baumhauer und F. Seelheim 184

Seite

X. Ueber eine für einen Meteorstein gehaltene Gesteinsmasse; von Denselben 189

XI. Kurze Notiz über einige Beobachtungen des Sonnenspectrums; von A. Weifs 191

(*Geschlossen am* 31. *Mai* 1862.)

Zweites Stück.

I Ueber die Abhängigkeit der Fortpflanzung des Lichts von der Körperdichte; von A. Schrauf 193

II. Untersuchungen über die Sinnesthätigkeiten der Netzhaut; von H. Aubert 249

III. Ermittelung des Eigengewichts fester Körper durch Schweben; von F. G. Schaffgotsch 279

Seite

XII. Berichtigung zu der Abhandlung: Ueber das selensaure Nickeloxyd mit fünf Atomen Wasser; von G. v. Rath 364

XIII. Ueber das Badesalz und die Mutterlauge aus dem iodhaltigen Wasser der Dessa Molong auf Java; von E. H. v. Baumhauer 365

(*Geschlossen am* 3. *Juli* 1862.)

Drittes Stück.

I. Ueber den Einfluſs von Spuren fremder Metalle auf die elektrische Leitungsfähigkeit des Quecksilbers, sowie Antwort auf die Bemerkungen des Hrn. R. Sabine zu dieser Arbeit; von A. Matthiefsen und C. Vogt 369

II. Ueber das Schillern gewisser Krystalle; von E. Reusch . . . 392

III. Beiträge zur krystallographischen Chemie; von J. Schabus . 412

IV. Die mechanische Wärmetheorie und das Spannungsgesetz der Gase; von Th. Reye 424

V. Ueber die Abweichungen der wirklichen Gase vom Mariotte'schen Gesetz; von H. W. Schröder van der Kolk 429

VI. Chemisch-analytische Beiträge; von H. Rose 453

Ueber die quantitative Bestimmung des Arseniks.

VII. Ueber die Einwirkung des Zinks auf wäfsrige schweflige Säure; von Risler-Beunat 470

VIII. Untersuchungen über mehre Erscheinungen bei der Lichtpolarisation; von H. Fizeau (Erster Theil) 478

IX. Ueber das Licht des in der Luft vorkommenden Natriums; von Demselben 492

X. Von dem Daseyn eines neuen Metalls, des Thalliums; von A. Lamy 495

XI. Beitrag zur Spectral-Analyse; von A. Mitscherlich . . . 499

XII. Vorläufige Mittheilung über das Durchbohren von Glas mittelst Reibungselektricität; von H. Holtz 507

Seite

XIII. Ueber die Gegenwart des Rubidiums in gewissen Vegetabilien; von L. Grandeau 508

XIV. Apparate, um Veränderungen in der Gröſse und Richtung der Schwerkraft sichtlich und meſsbar zu machen; von Perrot . . . 511

XV. Lithium und Strontium im Meteorstein vom Capland; von Engelbach 512

(*Geschlossen am* 31. *Juli* 1862.)

Viertes Stück

I. Ueber die Magnetisirung von Stahlnadeln durch den Entladungsstrom der Leydner Batterie; von Dr. v. Liphart 513

II. Untersuchungen über mehre Erscheinungen bei der Lichtpolarisation; von H. Fizeau 562

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. — Feddersen, Fig. 1, S. 133; Fig. 2 bis 7, S. 135 u. 136; Fig. 8 bis 10, S. 137, 138 u. 147; Fig. 11, S. 139; Fig. 12, S. 140 u. 141; Fig. 13 bis 16, S. 149; Fig. 17 bis 22, S. 144, 145 u 146; Fig. 23 bis 28, S. 151; Fig. 30 u. 31, S. 140, 141, 142.

Taf. II. — Plücker, Fig. 1, S. 33; Fig. 2, S. 35; Fig. 3 u. 4, S. 36; Fig. 5, S. 50. — Reichenbach Fig. 6, S. 579. — Gallois, Fig. 7 bis 9, S. 340; Fig. 10, S. 341; Fig. 11, S. 343. — Schröder van der Kolk, Fig. 12 u. 13, S. 348. — Aubert, Fig. 14, S. 254; Fig. 15, S. 256.

Taf. III. — Schabus, Fig. 1, S. 412; Fig. 2 u. 3, S. 413; Fig. 4, S. 414; Fig. 5, S. 416; Fig. 6 bis 10, S. 417; Fig. 11 u. 12, S. 420; Fig. 13, 14 u. 15, S. 422. — Reusch, Fig. 16, 17 u. 18, S. 395; Fig. 19, S. 400; Fig. 20, S. 404; Fig. 21, S. 408; Fig. 22^a u. 22^b, S. 409.

Taf. IV. — A. Mitscherlich, Fig. 1 u. 2, S. 500; Fig. 3, S. 501; Fig. 4, S. 502. — v. Liphart, Fig. 5, S. 517; Fig. 6, S. 531.

Berichtigungen.

Zum Aufsatz von Schrauf, Bd. CXIV.

S. 355 Z. 11 v. u. statt: fand ich zu Obir lies: fand sich zu Obeir

Zum Aufsatz von A. Weiſs, Bd. CXVI.

1862. ANNALEN No. 5.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND CXVI.

I. *Ueber Strahlung und Absorption der Wärme durch gasförmige Materie;* von *J. Tyndall.*

§. 1.

Apparat.

Der Apparat, dessen ich mich bei dieser Untersuchung bedient habe, ist im Princip derselbe, wie der in meiner letzten Arbeit gebrauchte. Er entstand nach und nach auf die folgende Weise. Mein erster Gedanke war eine Röhre zur Aufnahme der Gase, welche der Durchstrahlung ausgesetzt werden sollten; sie mufste an beiden Enden durch eine Substanz geschlossen werden, die alle Arten von Wärme, dunkle sowohl als leuchtende, durchliefs. Steinsalz erfüllt diese Bedingung und es wurden daher Platten von dieser Substanz gewählt, die einen Zoll Dicke hatten, so dafs sie einen bedeutenden Druck aushalten konnten. Bei meinen ersten Versuchen wurde ein Würfel mit kochendem Wasser vor das eine, und die mit einem Galvanometer verbundene thermo-elektrische Säule vor das andere Ende der Röhre gestellt; und es ergab sich, dafs wenn nach dem Auspumpen der Röhre die Nadel eine gewisse Ablenkung zeigte, diese Ablenkung dieselbe blieb, nachdem man die Röhre mit Luft gefüllt hatte. Die Gegenwart von trockner Luft, Sauerstoff, Stickstoff oder Wasserstoff hatte keinen merkbaren Einflufs auf den Durchgang der strahlenden Wärme durch die Röhre.

Bei manchen dieser Versuche stand die Nadel auf 80°, bei manchen auf 20°, und bei andern auf zwischenliegen-

den Graden. Ich schlofs nun so: Die Wärmemenge, welche die Ablenkung von 20° hervorbringt, ist aufserordentlich gering; wenn also auch ein kleiner Bruchtheil dieser Wärme absorbirt würde, so könnte sich diefs leicht der Beobachtung entziehen. Andererseits ist die Wärmemenge, welche die Ablenkung von 80° erzeugt, verhältnifsmäfsig sehr grofs; allein bei dieser Stellung der Nadel bedürfte es schon einer bedeutenden Absorption, um die Ablenkung auch nur um einen halben Grad zu verringern. Einer Ablenkung von 20° entspricht eine Intensität 20, einer Ablenkung von 80° dagegen eine Intensität 710. Während die Nadel auf 80° steht, würde eine Absorption, hinreichend um sie in den niederen Graden der Scale um 15° bis 20° zu bewegen, kaum eine merkbare Aenderung in der Ablenkung hervorbringen. Die Aufgabe bestand also darin: sich einer intensiven Strahlung zu bedienen, und dennoch die Nadel in einer solchen Stellung zu erhalten,

Gas auffängt, und giebt, gehörig reducirt, ein genaues Maafs der Absorption.

Bei diesen ersten Versuchen stand die Wärmequelle ziemlich entfernt von dem vorderen Ende der Röhre, und ehe die Wärme in diese eintrat, hatte sie eine Schicht Luft zu durchdringen, welche bei der Untersuchung nicht berücksichtigt war. Diese Luftschicht wünschte ich zu entfernen, so dafs, wenn die Wärmestrahlen in das zu untersuchende Gas eintraten, sie alle die Eigenschaften besafsen, die ihnen im Moment der Ausstrahlung zukamen.

Mein erster Gedanke war, das eine Ende der Versuchsröhre unmittelbar an die Wärmequelle anzulöthen, so dafs die eine Steinsalzplatte entfernt und das Gas in unmittelbarer Berührung mit der Wärmequelle gelassen wurde. Aber es fiel mir sogleich ein, dafs das Einströmen kalter Luft die Temperatur der Wärmequelle vermindern müsse. Ich sah ein, dafs ich nie wissen könnte, in wie weit die Ablenkungen meines Galvanometers unter solchen Umständen als Wirkungen der Absorption angesehen werden könnten, und ich gab daher den Gedanken auf, meine Gase in Berührung mit der Wärmequelle zu bringen.

Statt dessen wurde eine besondere Röhre, 8 Zoll lang, und von demselben Durchmesser wie die Versuchsröhre, an die strahlende Platte gelöthet. Mittelst einer Schraubenverbindung wurde das freie Ende dieser Röhre luftdicht mit der Versuchsröhre verbunden. So entstand eine Kammer, die luftleer gemacht werden konnte, zwischen der ersten Steinsalzplatte und der Wärmequelle. Hierdurch wurde ein doppelter Zweck erreicht; einmal wurde die Wärmequelle dem Einflufs unregelmäfsiger Luftströmungen entzogen, und zweitens waren die in die Versuchsröhre eintretenden Wärmestrahlen unverändert in ihrer Qualität, mit Ausnahme der unendlich kleinen Verschiedenheit, die von dem Durchgang durch das diathermane Salz herrührte.

Um die Mühe und Kosten einer neuen Tafel zu ersparen, möge es mir erlaubt seyn, in dieser Abhandlung

auf die zu meiner letzten[1]) gehörige Tafel zu verweisen; einige Worte werden in den meisten Fällen hinreichen, die Veränderungen anzugeben, die ich neuerdings angebracht habe. *SS'* stellte, wie man sich erinnern wird, die Versuchsröhre vor, welche damals aus im Inneren polirtem Messing bestand. Eine solche Röhre konnte nicht für Gase oder Dämpfe benutzt werden, welche das Messing angreifen könnten, und obwohl ich diese Schwierigkeit einigermaafsen dadurch beseitigte, dafs ich die Röhre im Inneren schwärzte, so konnte ich doch nie sicher seyn, ob die Gase keine Wirkung auf die schwärzende Substanz ausübten. Ferner bieten viele Gase Schwierigkeiten dar in Folge ihrer Verwandtschaft zur Feuchtigkeit der Luft. Bromwasserstoff und Chlorwasserstoff z. B. bilden dichte Nebel in der Luft, und wenn sie auch noch so vorsichtig getrocknet wären, so würde ich doch Anstand genommen haben, auf ihr Verhalten Schlüsse zu bauen, wenn ich sie

(*a thin sheet of flame*), welche an der inneren Seite der vorerwähnten Kupferhülle entlang spielte und diese auf etwa 300° C. erwärmte. Diese Wärmequelle constant zu erhalten, war eine der gröfsten Schwierigkeiten bei dieser Untersuchung; denn die geringste Bewegung der umgebenden Luft, oder das geringste Flackern der Flamme selbst waren hinreichend, den Stand der Galvanometernadel zu stören, und empfindliche Versuche unmöglich zu machen.

Die Flamme war mit Schirmen von Pappe umgeben, und diese wieder in Handtücher gehüllt, durch deren Maschen die Flamme mit Luft gespeist wurde; ein passender Schornstein erzeugte einen gelinden Zug und führte die Verbrennungsproducte ab; das Auflodern der Flamme selbst wurde durch Drahtsiebe verhindert, — kurz, ein Monat verging, bis ich alle Schwierigkeiten dieses Theiles des Apparates überwand. Um die vordere Steinsalzplatte vor der Wärme zu schützen, welche ihr durch Leitung von der Wärmequelle zukommen konnte, so ging die Vorkammer, wie bei den früheren Versuchen, durch ein Gefäfs, in welchem beständig erneuertes kaltes Wasser circulirte. Der »Compensationswürfel« *C*, der doppelte Schirm *H* und die thermoelektrische Säule *P* blieben wie zuvor. In der Figur sind sie frei, aber während der Versuche waren sie von einer Schutzwand umgeben, in der sämmtliche Ritze mit Werg ausgestopft wurden, so dafs der Würfel und die Säule vor dem störenden Einflusse der Luft geschützt waren.

§. 2.

Versuche.

Ueber zwei Punkte wünschte ich beruhigt seyn zu können, ehe ich in diesem Jahre meine Ferienreise antrat. Diefs waren das Absorptionsvermögen des Chlorgases und des Ozons. Am 16., 17. und 18. Juni untersuchte ich diese beiden Substanzen, und überzeugte mich, dafs Chlor von vielen farblosen Gasen weit übertroffen wird, und dafs Ozon eine bei weitem gröfsere Absorption besitzt als ge-

wöhnlicher Sauerstoff. Ich nahm die Versuche am 12. September wieder auf. Aus einer Abhandlung des Hrn. Prof. Magnus, auf die ich später noch näher eingehen werde, ersah ich, dafs er Versuche mit trockner Luft, und mit Luft, die mit Feuchtigkeit gesättigt war, angestellt und gefunden hat, dafs die Gegenwart von Feuchtigkeit keinen Einflufs auf die Absorption hat. Ich, im Gegentheil, hatte früher gefunden und angegeben, dafs trockene Luft nur einen kleinen Bruchtheil des Absorptionsvermögens besitzt, welches dieselbe Luft zeigt, wenn sie auch nur theilweise (mit Wasserdampf) gesättigt ist. Ich begann meine Arbeit im September mit einigen Versuchen über diesen Gegenstand.

Die nicht getrocknete Luft des Laboratoriums, welche unmittelbar in die Röhre trat, fing eine Wärmemenge auf, die eine Ablenkung von 30° hervorbrachte.

Mein Trockenapparat bestand damals aus einer Uförmig gebogenen Röhre mit Bimssteinstücken, welche mit Schwe-

die Luft selbst. Es wird sich sogleich zeigen, dafs die hier angegebene Differenz weit hinter der Wahrheit zurückbleibt.

Kalilauge und Schwefelsäure wurden nun entfernt, und die Luft getrocknet mittelst einer *U*förmigen Röhre mit Stücken von Chlorcalcium, welche einige Monate in der Röhre gelegen hatten. Die hiermit erhaltene Ablenkung betrug 40°, d. h. 10° mehr als die, welche durch nicht getrocknete Luft hervorgebracht ward.

Ich bin der Ansicht, dafs Chemiker sehr vorsichtig seyn sollten im Gebrauche dieser Substanz als Trockenmittel. Wenn rein und frisch geschmolzen, mag das Chlorcalcium diesen Zweck erfüllen, aber wenn alt, verwandelt es sich in ein feines Pulver, das mich bei meinen ersten Versuchen im höchsten Grade in Verlegenheit setzte.

Es wird, glaube ich, allgemein angenommen, dafs eine Trockenröhre mit Schwefelsäure mehr an Gewicht zunimmt, als eine solche mit Chlorcalcium, und hieraus hat man gefolgert, dafs die Menge Feuchtigkeit, welche die erstere aufnimmt, gröfser ist, als die von der zweiten aufgenommene. Der Unterschied kann aber wirklich daher rühren, dafs ein Theil des Chlorcalcium mechanisch weg geführt wird.

Am 13. September nahm ich diese Versuche wieder auf. Die trockne Luft gab eine Ablenkung von weniger als 2°; die Luft des Laboratoriums brachte bei meinem Versuch die Nadel von 20° auf der einen, auf 28° auf der andern Seite des Nullpunktes. Bei einem zweiten Versuche brachte die nicht getrocknete Luft eine Ablenkung von 18° auf der einen Seite, bis 32° auf der andern Seite hervor.

Versuche am 17. bestätigten dieses Resultat vollkommen. Aus drei verschiedenen Experimenten ergaben sich für die ungetrocknete Luft des Laboratoriums die Ablenkungen 29°, 31° und 30°. Die Ablenkung durch trockne Luft betrug an diesem Tage weniger als 1°. Die Wirkung des Wasserdampfs war, an diesem Tage wenigstens, die 30 fache der der Luft selbst.

An fast jedem Wochentage, während der letzten vier

Monate, habe ich ähnliche Versuche angestellt, und in keinem Falle habe ich eine Abweichung von diesem Resultate gefunden. Die Absorptionswirkung des Wasserdampfs in der Luft ist ganz enorm, verglichen mit der der Luft selbst. Weiter unten werde ich einige Zahlenwerthe zur Erläuterung dieses Punktes geben.

§. 3.

In der gegenwärtigen Mittheilung werde ich viele Gegenstände zu berühren haben, die ich aus Mangel an Zeit nicht im Stande gewesen bin weiter auszuführen. Folgendes ist ein Beispiel. Wenn man einen Tag wählt von passender Temperatur und Feuchtigkeit, einen Tag, an welchem der menschliche Athem keine Spuren von Verdichtung zeigt, — so kann man mit Hülfe unseres Apparates die Wirkung der aus den Lungen ausgeathmeten Stoffe auf's Genaueste bestimmen. Indem man direct in die Versuchsröhre athmete

Wirkung der Respirationsproducte.

Anfangsbuchstaben der Namen	Absorption
J. T.	62
»	62
R. C.	66
»	68
J. T.	59
«	59
R. C.	63
C. A.	62
J. T.	60 bis 65

Die Absorption durch trockne Luft an dem Tage, wo diese Versuche gemacht wurden, betrug 1°. An demselben Tage erlitt die eingeathmete Luft eine chemische Veränderung, welche ihr Absorptionsvermögen wenigstens 60mal vermehrte. Ich gebe dieſs als eine untere Gränze an, und will nicht sagen, wie weit, ich glaube, diese Angabe noch hinter der Wahrheit zurückbleibt.

Tagsdarauf wurden die folgenden Resultate erhalten; die ausgeathmete Menge war dieselbe wie zuvor.

J. T.	56
R. C.	62
J. T.	56
R. C.	59

Ich gebe diese Resultate nur als einen Beweis der zahlreichen Anwendungen, deren der Apparat fähig ist. Bei allen Versuchen blieb die ganze Röhre immer vollständig durchsichtig und beim Auspumpen ging die Nadel genau auf 0 zurück.

§. 4.

In meiner letzten Abhandlung habe ich die Thatsache etwas stark betont, daſs die von mir bis dahin untersuchten einfachen Körper sich viel weniger dem Durchgang der längeren Wellen widersetzten, als die zusammengesetzten Körper; und ich gründete damals gewisse theoretische Betrachtungen auf die Thatsache. In diesem Jahre wünschte

ich meine Versuche auf eins oder zwei der gefärbten Gase und Dämpfe auszudehnen, und am 20. September nahm ich meine Experimente mit Chlor wieder auf. Dieses Gas ist selbst stark gefärbt und sehr dicht, während eine seiner Verbindungen, Chlorwasserstoffgas, ganz durchsichtig und von verhältnifsmäfsig geringem specifischem Gewicht ist. Es war interessant zu untersuchen, ob der Act der chemischen Verbindung mit Wasserstoff, welcher dieses Gas durchsichtiger für Licht macht, auch seine Durchsichtigkeit für Wärme vermehre. Chlorgas, aus Salzsäure und Braunstein bereitet, und durch Schwefelsäure getrocknet, wurde in die Röhre gelassen bis das Quecksilber Manometer 21 Zoll herabgedrückt war. Die Absorption des Gases wurde dann durch die Zahl 44 ausgedrückt.

Chlorwasserstoffgas wurde nun einströmen gelassen bis das Manometer um 19 Zoll herabgedrückt war. Die Absorption betrug 68. Dieser Versuch zeigt, dafs Durchsich-

gewandt worden. Die Versuchsröhre mufste vorher mit vollkommen trockner Luft gefüllt gewesen seyn, damit beim Auspumpen ein vollkommen trockner Rest zurückblieb. Das Gas liefs ich so lange durch die Trockenröhre ausströmen bis alle Luft ausgetrieben war, dann wurde plötzlich eine Verbindungsstelle gelöst, und die Retorte mit der Versuchsröhre verbunden. Das Gas strömte so von der Retorte durch den Trockenapparat unmittelbar in den leeren Raum. Es war schwer zu vermeiden, dafs nicht mit dem Gas einige wenige Spuren von Feuchtigkeit mit in die Röhre gesandt wurden; dieselben, wenn sie wirklich existirten, schienen jedoch durch die dynamische Erwärmung des Gases beim Einströmen in die Röhre verflüchtigt, und durch die das Gas durchdringende Wärme in diesem Zustand erhalten worden zu seyn. Wenigstens liefs sich bei der strengsten Prüfung keine Spur von Nebel oder Trübung im Innern der Röhre entdecken; sie blieb vollständig durchsichtig. Das Chlorgas hingegen war stark gefärbt.

Ich habe viele Versuche gemacht mit Chlor, das über Wasser abgesperrt war; aber Etwas (ich weifs noch nicht was?) schien immer mit dem Gase aus dem Wasser in die Röhre gebracht zu werden, das die Absorption wesentlich vermehrte.

Die obigen Experimente sind im Anfang dieser Untersuchung gemacht worden, ehe ich noch mit allen Eigenthümlichkeiten meines Apparates vollständig vertraut geworden war. Spätere Versuche liefsen das Absorptionsvermögen des Chlors sowohl als des Chlorwasserstoffs etwas geringer erscheinen. Sehr sorgfältige Versuche, welche am 28. October angestellt wurden, gaben die Absorptionswerthe für beide Gase bei einer Spannung von 30″:

Chlor	39
Chlorwasserstoff	53.

Die Gase wurden aus der Versuchsröhre in folgender Weise entfernt: an dem einen Ende derselben wurde ein Hahn und ein Verbindungsstück angebracht, von letzterem ging ein Gummischlauch nach dem Schornstein des Labo-

ratoriums. Ein Gasometer wurde mit dem andern Ende der Röhre in Verbindung gebracht, mit einem System von Trockenröhren zwischen beiden. Durch einen gelinden Wasserdruck wurde nun ein Strom trockner Luft sachte durch die Röhre nach dem Schornstein getrieben, und auf diese Weise wurden die Gase rasch entfernt, welche, wenn man sie ausgepumpt hätte, die Kolben sehr rasch angegriffen haben würden.

In dem Maafse, als die trockne Luft die Gase verdrängte, ging die Nadel nach und nach auf 0 zurück, und zeigte durch ihre Ankunft auf dem Mittelpunkt an, dafs die Gase vollständig entfernt waren. Die vollständige Trockenheit der angewandten Luft zeigte sich so aufs Schönste. Hätte die Luft Feuchtigkeit enthalten, so würde diese augenblicklich eine Trübung im Innern der Röhre erzeugt haben, und wäre diese auch noch so gering und für das Auge unsichtbar gewesen, das Galvanometer hätte sie angezeigt. Aber

geführten Menge 11 nicht übersteigt, während eine entsprechende Quantität Chlorwasserstoff eine Absorption von 30 ausübt.

Die Bromwasserstoffsäure wurde dargestellt durch die Einwirkung von glasiger Phosphorsäure (ich verdanke meinem Freunde Dr. Frankland eine reine Probe derselben) auf Bromkalium. Wenn die obigen Zahlen die Wahrheit darstellen — und ich habe keine Mühe gespart zu einem richtigen Schlusse zu gelangen — so haben wir hier ein höchst merkwürdiges Beispiel, wie Durchsichtigkeit für Licht und Undurchsichtigkeit für dunkle Wärme durch denselben chemischen Processs vermehrt werden.

§. 5.

Die folgende Tabelle enthält die Absorption einer Anzahl von Gasen unter gewöhnlichem Atmosphärendruck.

Namen	Absorption
Luft	1
Sauerstoff	1
Stickstoff	1
Wasserstoff	1
Chlor	39
Chlorwasserstoff	62
Kohlenoxyd	90
Kohlensäure	90
Stickoxydul	355
Schwefelwasserstoff	390
Grubengas	403
Schweflige Säure	710
Oelbildendes Gas	970
Ammoniak	1195

Wenn ich Luft, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff gleich setze, so will ich damit nicht sagen, dafs zwischen diesen Gasen keine Verschiedenheit in ihrem Absorptionsvermögen stattfinde; ich will nur sagen, dafs die wirksamsten und empfindlichsten Prüfungsmittel, die ich bisher angewandt, einen Unterschied in einer unzweideutigen Weise nicht angezeigt haben. Ich bin ferner nicht sicher, ob die

Wirkung dieser Gase sich nicht noch geringer herausstellen wird, als ich sie gefunden habe. Denn wer kann sagen, dafs der beste Trockenapparat, den man construiren kann, wirklich vollkommen sey? Ferner, Hähne müssen geschmiert werden und geben daher immer eine Spur von Verunreinigungen an die durchströmende Luft ab. Ich kann nicht einmal sagen, dafs Schwefelsäure, und wenn sie noch so rein ist, nicht etwas Wasserdampf abgeben könnte. Jedenfalls, wenn irgend ein weiterer Fortschritt in der Reinigung der Gase gemacht werden sollte, wird er dazu beitragen die ungeheuren Differenzen obiger Tabelle noch zu vergröfsern.

Bei dem angeführten Drucke steht Ammoniak am höchsten in der Liste, was die Absorptionskraft betrifft. Ich glaube, dafs eine Länge von drei Fufs dieses Gases, welches innerhalb der Röhre so durchsichtig ist, wie der luftleere Raum selbst, vollständig schwarz ist für die Strahlen der

menden Mengen in den meisten Fällen nur eine verschwindend kleine Wirkung hervorbringen. Nun habe ich in meiner letzten Abhandlung gezeigt, dafs für geringe Absorptionen die Wirkung genau proportional ist der Menge des vorhandenen Gases, und diefs scheint, wie ich glaube, die Annahme zu rechtfertigen, dafs für 1 Zoll Druck die Absorption durch Luft, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff $\frac{1}{30}$ der Absorption bei 30 Zoll Druck seyn würde. Für alle anderen Gase habe ich die Absorption für solche Mengen, die in jedem einzelnen Falle einen Zoll Spannung hatten, direct bestimmt. Angenommen nun, die eben erwähnte Proportionalität finde wirklich statt, und indem wir die Wirkung der Luft wieder als Einheit nehmen (wobei jedoch die Einheit nur $\frac{1}{30}$ der in der letzten Tabelle angenommenen ist), so haben wir die folgenden relativen Absorptionen.

Luft	1
Sauerstoff	1
Stickstoff	1
Wasserstoff	1
Chlor	60
Brom	160
Bromwasserstoff	1005
Kohlenoxyd	750
Stickoxyd	1590
Stickoxydul	1860
Schwefelwasserstoff	2100
Ammoniak	7260
Oelbildendes Gas	7950
Schweflige Säure	8800.

Hier haben wir das aufserordentliche Resultat, dafs für Spannungen von 1 Zoll Quecksilber die Absorption des Ammoniaks über sieben tausendmal, die des ölbildenden Gases sieben tausend neun hundert und funfzigmal, und die Wirkung der schwefligen Säure achttausend acht hundertmal die der Luft ist.

Man kann nicht umhin die auffallende Stellung von Chlor und Brom in dieser Tabelle zu bemerken. Sie sind

Elemente, und ungeachtet ihrer Farbe und Dichtigkeit nehmen sie ihre Stellung unmittelbar nach den durchsichtigen einfachen Gasen ein. Das vollkommen durchsichtige ölbildende Gas absorbirt mehr als 130mal so viel als das undurchsichtige Chlor und beinahe 50mal soviel als der intensiv braun gefärbte Bromdampf. Ich kann diese Thatsache nicht als unbedeutend ansehen. Bisher haben nur die Chemiker von Elementen gesprochen, und wir haben uns bemüht, auf dem einzigen uns zugänglichen Wege, uns Vorstellungen zu bilden über das Wesen dieser Elemente und ihrer Verbindungen. Aber unsere Vorstellungen blieben rein subjectiv, und kein physikalischer Zug war bekannt, der in irgend einer Weise diese Vorstellungen rechtfertigen konnte. Hier aber scheinen wir bei dem letzten Theilchen der Materie angekommen zu seyn. Indem wir von der Idee ausgehen, dafs ein Gas solche Schwingungen absorbirt, welche mit seinen eigenen isochron sind, so sehen

dafs die geringste Spur von letzterem Veranlassung zu der Bildung der braunen Dämpfe von salpetriger Säure giebt.

Als zuerst das Gas in die Versuchsröhre trat, gab ein Zoll desselben eine Absorption von 2040, allein die Nadel stieg langsam, bis sie endlich eine Absorption von 5100 anzeigte. Wenn man jetzt quer durch die Röhre sah, so war die braune Farbe der salpetrigen Säure bemerkbar.

Bei einem zweiten Versuche stellte ich ein so vollkommenes Vacuum wie möglich her; als Stickoxyd in dieses einströmte, war die Absorption 1860, aber bald nachher zeigte die Nadel eine solche von 3060 an, und die braunen Dämpfe erschienen wie zuvor.

Ich füllte nun die Versuchsröhre mit Stickstoff, pumpte aus, und liefs das Stickoxyd einströmen. Die Absorption durch 1 Zoll Gas war nun 1680. Wenn ich die Röhre vorher mit Wasserstoff gefüllt hatte, betrug die Absorption 1590; es ist diefs der Werth, den ich in der Tabelle angegeben habe. Füllte ich die Röhre mit einem Gemisch aus Stickoxyd und Sauerstoff, so wurde die letzte Wirkung nahe 20mal vermehrt. Salpetrige Säure ist daher ein aufserordentlich energisch wirkendes Gas. Der Unterschied zwischen derselben und dem Bromdampf ist enorm, während die Farben beider gleich intensiv sind.

Eine genaue Betrachtung der von Melloni [1]) für feste Substanzen gegebenen Tabelle, scheint mir auch für diese Körper eine Neigung anzudeuten, durchsichtiger für Wärmestrahlen zu werden, in dem Maafse als ihre Zusammensetzung einfacher ist. Nach dem Steinsalz selbst kommt das Element Schwefel und nach ihm Flufsspath. Allein man wird mir hier den Fall des Kienrufses als des besten Absorbenten und Ausstrahlers entgegenstellen. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs die Gruppirung der Atome eines einfachen Körpers ihn gleichwirkend mit einem zusammengesetzten machen kann; ein auffallendes Beispiel hierzu findet sich auch in dieser Abhandlung erwähnt in dem Abschnitt über Ozon. Uebrigens fand Leslie, dafs Wasser

1) *La Thermochrose p.* 161.

ein gröfseres Ausstrahlungsvermögen besitzt als Kienrufs; und Wells fand mehrere Substanzen, die besser geeignet sind, sich durch nächtliche Strahlung abzukühlen. Bei näherem Nachdenken bieten sich aber auch die folgenden Betrachtungen dar. Der Kienrufs des Handels, und der Rufs einer Lampe oder Kerze, also gerade die Substanzen, deren man sich bisher in Versuchen über strahlende Wärme bedient hat, enthalten grofse Mengen von Kohlenwasserstoffen, welche unter allen Körpern das gröfste Absorptions- und Ausstrahlungsvermögen zeigen. Es darf wohl in Frage gestellt werden, ob die bekannten Versuche mit Kienrufs wirklich mit Kienrufs angestellt worden seyen. Aber selbst die unreine Substanz ist bis zu einem gewissen Grade diatherman. Ich besitze Platten von schwarzem Glase, geschwärzt durch Auflösung von Kohle in dem flüssigen Glase, welche undurchdringlich für die Strahlen der stärksten elektrischen Lampe sind, dagegen die Strahlen der dunklen Wärme in reichlichem Maafse durchlassen. Melloni's schöne

90 Wärmeeinheiten. Die Ablenkung, die ich erhielt, wenn der Kienruſs sorgfältig abgewischt und die beiden Flächen der Steinsalzplatte glatt und durchsichtig waren, betrug 71°, entsprechend 300 Einheiten. Die Quantität, welche vom Ruſs durchgelassen wurde, verhielt sich also zur ganzen Wärmemenge, wie

90 : 300

oder 30 : 100

d. h. der Kienruſs, der vollständig undurchsichtig war für die Strahlen einer Gasflamme, war durchdringlich für 30 Procent der auffallenden Wärme. Als ich Melloni's Tabelle verglich, hatte ich die Befriedigung zu finden, daſs er den Durchgang für eine ähnlich präparirte Platte 27 Proc., und für eine selbst für die Sonnenstrahlen undurchsichtige Kienruſsschicht, 23 Proc. der von einer Quelle von 100° auffallenden Wärme fand.

Als ein Beispiel, welchen Einfluſs theoretische vorgefaſste Meinungen oft auf den Geist eines meisterhaften Experimentators und scharfen Denkers haben, könnte ich hier darauf hinweisen, wie unvereinbar Melloni's Ansichten über Absorption und Strahlung des Kienruſses mit seinen eigenen veröffentlichten Versuchen sind. Auf Seite 93 der *Thermochrose* untersucht er die Absorption dieser Substanz für verschiedene Arten von Strahlen, und durch eine Reihe von geistreichen Versuchen und durch Schlüsse, die sich durch ihre Klarheit und Schärfe auszeichnen, kommt er zu dem Resultat, daſs Kienruſs alle Arten von strahlender Wärme in gleichem Maaſse absorbire [1]). Auf Seite 284 dagegen erwähnt und bespricht er mit derselben Schärfe eine Reihe von Versuchen mit geschwärztem Steinsalz, in welchen er zeigt, daſs dieselbe Kienruſsschicht 8 Proc. der Strahlen einer Locatelli'schen Lampe, 10 Proc. der Strahlen von glühendem Platin, 18 Proc. derjenigen von einem auf 400° C. erhitzten Kupferblech und 23 Proc. der von einer Wärmequelle von 100° ausgesandten Strahlen durch-

1) *Donc, le noir de fumée absorbe avec la même intensité tout sorte de rayonnements calorifiques.* (*p.* 101.)

läfst. Nun setzt aber ein Durchgang von 8 Proc. eine Ab
sorption von 92, Durchgänge von 10, 18, 23 Proc. Absorp
tionen von 90, 82, 77 voraus. Dafs aber ein und dieselb
Kienrufsschicht 77 Proc. der Strahlen von einer, und 9
von einer anderen Wärmequelle absorbire, steht in offe
nem Widerspruch mit der Angabe, dafs Kienrufs alle Arte
von Wärme mit gleicher Intensität absorbire. Denken wi
uns die Oberfläche einer thermo-elektrischen Säule mit eine
Kienrufsschicht bedeckt, von derselben Dicke wie die au
Melloni's Steinsalzplatte; so werden 23 Proc. der Strah
len einer Wärmequelle von 100° C. durch diese Schich
durchgehen und die Metallfläche der Säule treffen, un
wenn die letztere ein guter Reflector ist, so wird die au
sie auffallende Wärme zum grofsen Theil wieder durch de
Kienrufs zurückgesandt werden und so für das Instrumen
verloren gehen; und für eine Wärmequelle von 100° würd
dieser Verlust viel gröfser seyn als für eine Locatelli'
sche Lampe. In einem strengen Kritiker könnte die an

durch einen kleinen Glastrichter in das Gefäfs gebracht, und dieses dann mit einer zweiten Luftpumpe verbunden, die immer zur Hand war; die Luft *über* der Flüssigkeit wurde entfernt; *die darin aufgelöste* Luft liefs man entweichen, bis nichts zurückblieb, als die reine Flüssigkeit und der reine Dampf über derselben. Das Gefäfs wurde dann mit der Versuchsröhre in Verbindung gesetzt. Nachdem die Röhre und die Hähne luftleer gemacht waren, und die Nadel des Galvanometers auf 0° stand, wurde der Hahn an dem kleinen Gefäfse langsam geöffnet und zugleich das Quecksilbermanometer beobachtet. Nie wurde ein Aufbrausen der Flüssigkeit gestattet. Der Dampf trat geräuschlos und ohne heftige Bewegung in die Röhre, und wenn das Manometer bis zu dem gewünschten Punkte herabgedrückt war, wurde der Hahn rasch geschlossen.

Die Stärke, mit der die Nadel sich bewegt in dem Augenblicke, wo der Dampf eingelassen wird, ist in manchen Fällen so aufserordentlich, dafs ich genöthigt war die Hemmungen, welche die Nadel bei 90° aufhielten, zu entfernen, damit der Stofs gegen dieselben den Magnetismus des astatischen Paares nicht veränderte. Die Nadel schwang oft weit über den Quadranten hinaus, und wenn sie endlich zur Ruhe gekommen war, so wurde ihre Stellung auf die folgende Weise beobachtet. Nachdem für gute Beleuchtung der Theilung des Galvanometers gesorgt war, wurde ein Spiegel hinter dem Instrumente unter einem solchen Winkel angebracht, dafs das Bild der Theilung in horizontaler Richtung in demselben gesehen werden konnte. Dieses Bild wurde durch ein vorzügliches Teleskop aus einer Entfernung von 11 Fufs vom Galvanometer beobachtet. In der Verlängerung der Nadel war an ihrer Spitze ein Stück eines sehr feinen schwarzen Glasfadens befestigt, das über die Theilung hinausragte, und es möglich machte, kleine Bruchtheile eines Grades abzulesen. Ich nahm zu der Beobachtung aus der Ferne darum meine Zuflucht, weil ich fand, dafs die Annäherung meines Körpers vielleicht durch die diamagnetische Wirkung meiner eigenen Masse,

einen merkbaren Einfluſs auf die Nadel meines Instruments hatte, welches, wie ich glaube, an Empfindlichkeit alle bisjetzt construirten übertrifft. Bei allen diesen Versuchen wurde die *dauernde* Ablenkung der Nadel aufgezeichnet, und der Werth dieser Ablenkung, ausgedrückt in Einheiten der niederen Grade des Galvanometers, wurden aus einer Reductionstabelle entnommen. Um unnöthige Mühe zu sparen, gebe ich in dem Folgenden nicht die Ablenkungen, sondern nur die Absorptionen, welche die verschiedenen Dämpfe bei den Spannungen von 0,1, 0,5 und 1,0 Zoll ausübten.

	0″,1	0″,5	1″,0
Schwefelkohlenstoff	15	47	62
Iodmethyl	35	147	242
Benzol	66	182	267
Chloroform	85	182	236
Methyl-Alkohol	109	390	590

sphärische Luft als Einheit bezogen. 0,1 Zoll Schwefelkohlenstoff z. B. absorbirt 15 mal soviel als eine ganze Atmosphäre Luft. Vergleichen wir einen Augenblick die Wirkung des Borsäureäthers mit der der Luft, was annäherungsweise auf folgende Art geschehen kann. Die Absorption von 0,1 Zoll dieses Aethers ist etwas gröfser als die durch einen ganzen Zoll Methyl-Alkohol. Durch Verringerung der Quantität Methyl-Alkohol auf $\frac{1}{T}$, verringern wir seine Absorption von 590 auf 109. Die Absorption durch 0,1 Zoll Borsäure-Aether ist 620; nehmen wir an, dafs sie sich in demselben Verhältnifs vermindere, wie wir es oben für den Methyl-Alkohol gefunden, so würden wir für 0,01 Zoll Borsäure-Aether eine Absorption 111 haben, d. h. für $\frac{1}{3000}$ einer Atmosphäre von Borsäure-Aether erhielten wir eine 111 mal gröfsere Absorption, als für eine ganze Atmosphäre von Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff oder Luft.

Für die durchsichtigen einfachen Gase ist es unmöglich, direct die Absorption durch 0,1 Zoll zu messen; aber, wenn wir wie zuvor annehmen, dafs bis zu einer Absorption = 1 die Wirkung proportional sey der Menge des vorhandenen Gases, so würde die Absorption jedes der einfachen Gase bei einem Druck von 0,1 Zoll ungefähr 0,0033 betragen; d. h. die Absorption des Borsäure-Aethers bei 0,1 Zoll Spannung verhielte sich zu derjenigen der Luft bei derselben Spannung wie

620 : 0,0033

wonach die Absorptionskraft dieses Aethers 186000 mal derjenigen der Luft seyn würde.

Ich habe schon von der »Schwärze« des Ammoniaks bei 30 Zoll Spannung gesprochen. Seine Absorption wurde = 1195 gefunden. Aus der letzten Tabelle geht hervor, dafs der Essigäther bei nur $\frac{1}{30}$ dieser Spannung genau denselben Effect hervorbringt; seine Absorption beträgt ebenfalls 1195. Solche Thatsachen geben uns vollständig neue Ideen über die Fähigkeiten der Materie (*capabilities of matter*) und unser Erstaunen wird wahrlich nicht ver-

ringert werden durch die Resultate, die ich weiter unten zu berichten haben werde.

Bei den Gasen sowohl als bei den Dämpfen finden wir, dafs ein Gas, welches bei einer gewissen Spannung eine gröfsere Wirkung hat als ein anderes, nicht nothwendig dieses bei einer andern Spannung ebenfalls übertrifft. Einige Gase beginnen mit einer geringeren Wirkung als andere, erreichen aber zuletzt eine gleiche, ja noch eine höhere. Wenn ihre Absorptionen durch Curven dargestellt werden, die alle von derselben Basis ausgehen, so werden diese Curven sich in manchen Fällen einander näheren, in andern sich schneiden. Bei einer Spannung von 1 Zoll z. B. hat Kohlensäure mehr als die doppelte Wirkung des Kohlenoxyds, während bei einer Spannung von 30 Zoll beide gleich sind. Ja, einige meiner Versuche zeigen, dafs Kohlenoxyd sogar im Vortheil ist. Am 22. October z. B. fand ich die Ablenkung durch 2 Zoll Kohlenoxyd 15°, während die durch 2 Zoll Kohlensäure 38° betrug. Bei einer

pfes, welche das Quecksilber um 0,5 Zoll herabdrückte, zeigte eine Absorption, durch welche die Galvanometernadel um 72° abgelenkt wurde. Während die Nadel diese starke Ablenkung zeigte, und ehe ich den Dampf auspumpte, liefs ich trockne Luft in die Röhre strömen, und beobachtete zufällig die Wirkung auf das Galvanometer. Die Nadel sank zu meinem grofsen Erstaunen rasch auf Null und stieg bis auf 25° auf der entgegengesetzten Seite. Der Eintritt der beinahe neutralen Luft zerstörte hier nicht nur die Wirkung der vorher beobachteten Absorption, sondern liefs ein bedeutendes Uebergewicht zu Gunsten der Seite der Säule, welche nach der Wärmequelle zugekehrt war. Bei einer Wiederholung des Versuchs sank die Nadel auf 0 und stieg bis zu 38° auf der entgegengesetzten Seite. In ähnlicher Weise erzeugte ein Ueberrest von Schwefeläther in der Röhre eine Ablenkung von 30°, und als ich Luft einströmen liefs, sank die Nadel rasch auf 0 und schwang bis zu 60° auf der entgegengesetzten Seite.

Diese Resultate waren mir ebenso räthselhaft als unangenehm; denn ich dachte bei ihrer ersten Wahrnehmung, dafs ich es die ganze Zeit über mit einer Wirkung zu thun gehabt habe, die von der der Absorption ganz verschieden sey. Ich glaubte wirklich, dafs meine Dämpfe sich in undurchsichtigen Schichten auf die Steinsalzplatten niedergeschlagen hätten, und dafs die trockne Luft beim Einströmen diese Niederschläge entfernt, und nun den Strahlen der Wärmequelle freien Durchgang verschafft habe. Aber ein kurzes Nachdenken liefs diese Voraussetzung als falsch erscheinen. Die Entfernung eines solchen Niederschlags konnte im günstigsten Falle nur den Zustand wiederherstellen, der vor seiner Bildung bestanden hatte. Man konnte sich denken, dafs durch diese Ursache die Nadel auf 0 ginge, aber sie konnte unmöglich die negative Ablenkung hervorbringen, welche in dem Falle des Aetherdampfes den bedeutenden Winkel von 60° erreichte. Dennoch nahm ich den Apparat aus einander und untersuchte die Platten aufs Sorgfältigste. Ich überzeugte mich so, dafs kein Niederschlag der ange-

deuteten Art stattfand. Das Salz blieb vollständig durchsichtig in Berührung mit dem Dampfe.

Einige Versuche, die ich in der *Bakerian Lecture* für dieses Jahr (1860) angeführt habe, hatten mir gezeigt, dafs die dynamische Erwärmung der Luft, wenn sie in die leere Röhre einströmte, hinreichend war, um eine merkbare Strahlung auf jedweden kräftig wirkenden Dampf in der Röhre hervorzubringen; aber ich sträubte mich gegen die Ansicht, dafs die oben beschriebene enorme Wirkung auf diese Art erklärt werden könne. Meine erste Sorge war, die Temperaturdifferenz zwischen einem Thermometer, das an dem von der Wärmequelle entferntesten Ende in die Röhre geschoben war, und einem anderen aufserhalb derselben, zu messen. Sodann untersuchte ich durch ein äufserst empfindliches Thermometer die Temperaturzunahme, welche durch Einlassen der Luft in die Röhre hervorgebracht wurde, sowie die Temperaturerniedrigung beim Auspumpen,

welche aus dieser Erwärmung und Abkühlung hervorgehen, *dynamische Strahlung* und *dynamische Absorption* zu nennen, obwohl ich fürchte, dafs sich gegen diese Ausdrücke Manches einwenden läfst.

(Schlufs im nächsten Heft.)

II. *Ueber recurrente Ströme und ihre Anwendung zur Darstellung von Gasspectra; von Plücker.*

(Siehe diese Annalen Bd. CIII S. 88 und 151, Bd. CIV S. 113 und 622, Bd. CV S 67, Bd. CVII S. 77, 497 und 638, Bd. CXIII S. 249.)

253. Ich habe bereits in einer Abhandlung vom 30. März 1858 No. 60 auf Ströme aufmerksam gemacht, die auf ihren eigenen Weg zurückkehren. In dem beschriebenen Falle war mit einer weiteren evacuirten Röhre, in welche, an ihren beiden Enden, Elektroden hineinragten, seitwärts eine enge Röhre angeschmolzen, die an einem ihrer Enden mit der weitern Röhre in Verbindung, an dem andern Ende zugeschmolzen war. Wenn die beiden Elektroden mit den Drahtenden der (kleinen) Ruhmkorff'schen Inductionsrolle verbunden wurden, ging der Strom nicht sogleich vollständig von Elektrode zu Elektrode, sondern ein Theil desselben zweigte sich ab, trat in die enge Röhre, ging bis zum geschlossenen Ende derselben, kehrte wieder zur weitern Röhre zurück, um den übrigen Weg zur zweiten Elektrode zurückzulegen. Das verdünnte Gas im Innern der engen Röhre ist Träger des Stromes; es wird an jeder Stelle in zwei auf einander folgenden Momenten, die für die Beobachtung zusammenfallen, nach entgegengesetzter Richtung durchströmt. Der Zeitraum zwischen den beiden Momenten ist die unmefsbar kleine Zeit, die der Strom braucht, um den Weg von der fraglichen Stelle der Röhre

bis zum geschlossenen Ende derselben und von da wieder zurück zu durchlaufen und verschwindet ganz nach dem Ende der Röhre hin. Der Strom verbreitet sich, wenn er auf seinem Wege umzukehren gezwungen ist, und von Neuem dieselben Gastheilchen ergreift, die er eben ergriffen hatte, ebenso ungestört, als wenn er immer neue Theilchen als Träger findet. Was von allen auf einander folgenden Inductionsströmen gilt, gilt auch von jeder einzelnen Entladung.

254. Recurrente Ströme geben, wie gewöhnliche Entladungen, ihre Existenz durch Wärmeerregung kund, die sich in unserm Falle, wo verdünntes Gas Träger ist, bis zu einer Lichterscheinung steigert. Solche Lichterscheinungen zeigen in vielen Fällen sogleich an, dafs der bezügliche Strom ein recurrenter ist. Es ist selbstredend, dafs recurrente Ströme auf die Galvanometernadel nicht einwirken können. Andrerseits aber, wenn der Strom sich innerhalb

dem Falle von Wasserstoffgas, blendend roth; die Erscheinung entging dem *unbewaffneten* Auge, es mufste eine Loupe zur Hülfe genommen werden, um, von der Seite her, die beiden Lichtlinien zu unterscheiden.

255. Wenn der elektrische Strom in einer Geifsler'schen Röhre, aus einem weitern Raume in eine Verengung derselben tritt, kehrt, wie der Magnet beweist, der Strom *theilweise* auf seinen eignen Weg zurück [1]). Ich fafste diese Erscheinung unter dem Gesichtspunkte auf, dafs die theilweise Rückkehr des Stromes durch den *vergröfserten Widerstand* hervorgerufen werde, welche derselbe beim Eintritte in die Verengung der Röhre findet.

259. Im Herbste des Jahres 1858 wurde ich zu recurrenten Strömen durch Hrn. Gassiot zurückgeführt, der evacuirte Röhren nach ihren beiden Enden hin auswärts mit Stanniol belegte und dann, ohne weitere Elektroden, die Stanniolbelege mit den beiden Enden der Inductionsrolle in Berührung brachte. Dann fand im Innern der Röhre eine Entladung statt, von der schon Hr. Gassiot bemerkt, dafs sie (*induced descharge*) von der gewöhnlichen (*direct descharge*) vermittelst des Magneten sich unterscheiden lasse [2]). Ich ging auf eine genauere Prüfung dieser recurrenten Ströme in luftverdünnten Räumen ein. Die allgemeinern Resultate, zu denen ich gelangte, habe ich im ersten Theile meiner Abhandlung vom 24. October 1858 mitgetheilt [3]).

260. Schon vor den Versuchen des Hrn. Gassiot und den meinigen waren von Hrn. Vic. Dumoncel durch den Ruhmkorff'schen Apparat recurrente Ströme erhalten, aber nicht als solche bezeichnet worden [4]). Zwei parallele Glasplatten, die einen Zwischenraum von mehreren Centimetern haben, sind auf ihren äufsern Seiten mit Metallplatten be-

1) Siehe die angeführte Abhandlung No. 61.

2) *Proceedings of the Royal Society. March* 1858.

3) Diese Annalen Bd. CVII S. 77. Ich sah zurückkehrende elektrische Bestimmungen No. 118 bis 133.

4) *Notice sur l'appareil d'induction* 1855 *p.* 46.

legt. Wenn diese mit den Drahtenden der Inductionsrolle verbunden werden, so schlagen in der Luft gerade, violette Blitze, deren das Auge gleichzeitig mehrere wahrnimmt, von Punkten der einen Glastafel zu Punkten der andern über. Wenn es mir auch nicht gelungen ist durch den grofsen Electromagneten die einzelnen Blitze zu spalten, so findet das seine vollständige Erklärung in der Analogie, dafs überhaupt blitzartige Entladungen in Luft, von gewöhnlicher Dichtigkeit, keine Ablenkung durch den Magneten erfahren. Erst mit der Verdünnung der Luft tritt hier die Ablenkung, bei recurrenten Strömen Ablenkung und Spaltung ein. Bei Anwendung des grofsen Ruhmkorff'schen Apparates haben die zwischen den beiden Glasplatten hin und her schlagenden Blitze eine grofse Intensität. Sie geben zugleich von der gewaltigen Molecularthätigkeit in der als schlechten Leiter sich verhaltenden Luft, die sich auch in so überraschender Weise kund giebt, wenn, in der Weise

ein Uebergang positiver Elektricität von der innern Seite der ersten Tafel zur innern Seite der zweiten statt, so dafs jene innere Seite sich negativ, diese sich positiv ladet. Bei der Entladung der beiden äufsern Belege findet gleichzeitig auch die Ausgleichung der Elektricitäten auf den innern Belegen statt, indem dieselben den früher beschriebenen Weg in entgegengesetzter Richtung zurücklegen.

262. Um uns eine Vorstellung von der Entstehung des Inductionsstromes zu machen, denken wir uns, dafs die Magnetisirung und Entmagnetisirung des Bündels von Eisenstäben im Innern der Drahtrolle, als elektromotorische Kraft wirkend, in jedem Längenelemente des Drahtes die beiden Elektricitäten trennt und nach entgegengesetzter Richtung forttreibt. Wenn die Drahtenden der Rolle metallisch verbunden sind, so steht bei jeder Schliefsung und Oeffnung der Kette, der Bildung eines gewöhnlichen Stromes nichts entgegen. Diesen Strom (wir nehmen fortan immer nur den Oeffnungsstrom) können wir auch unter dem Bilde eines Doppelstromes, eines positiven und negativen, die entgegengesetzte Richtung haben, auffassen.

Wenn aber die Drahtenden isolirt sind, müssen wir, statt eines gewöhnlichen Stromes einen recurrenten annehmen, den wir uns bestehend denken können aus einem positiven, der an dem einen Drahtende und einem negativen, der an dem andern Drahtende umkehrt, wobei nach dieser Umkehrung Alles wieder ins elektrische Gleichgewicht zurückkehrt. Liegt nicht in eben dieser Umkehrung der Grund für die specifische Wirkung solcher Inductionsströme (261) und für das Auftreten starker elektrischer Spannung an den Drahtenden?

Solche zurückkehrende Ströme können, nach Umständen, dem Apparate selbst gefährlich werden.

263. Bei einer unvollständig leitenden Verbindung zwischen den beiden Drahtenden der Inductionsrolle kehrt der Strom theilweise um. Wenn Luft oder ein anderes Gas die Unterbrechung zwischen den Drahtenden bildet und das Gas allmälig immer mehr verdünnt wird, so können wir

den stetigen Uebergang von einer vollständigen Isolirung bis zu einer fast metallischen Leitung verfolgen, bis zuletzt der Strom, aus Mangel eines Trägers, erlischt, oder wenigstens, an der Gränze der Verdünnung, zu der wir überhaupt gelangen können, zu erlöschen anfängt.

264. Wenn wir eines der beiden Drahtenden der Inductionsrolle in das eine Ende einer stark evacuirten Röhre leiten, deren anderes Ende zugeschmolzen ist, so tritt der in dem Drahte inducirte Strom nur theilweise aus diesem in den gasförmigen schlechtern Leiter und stellt sich hier unmittelbar schon durch das Leuchtendwerden des Gases als einen solchen Strom dar, der, am zugeschmolzenen Ende der Glasröhre angelangt, zum Drahtende wieder zurückkehrt. Hier wird also sichtbar, was im Drahte selbst nicht zur directen Anschauung gebracht werden kann.

265. Viel intensiver werden die fraglichen recurrenten Ströme und die sie begleitenden und charakterisirenden

265. Die Lichterscheinungen sind in den beiden Hälften der Röhre, bei gleicher Intensität, ganz dieselben, so dafs das Auge, auch nach einer Umkehrung der Stromrichtung, keinen Unterschied wahrnimmt. Jede Elektrode bietet gleichzeitig die Erscheinungen des austretenden und eintretenden Stromes, insbesondere auch die negative Lichthülle, die, nach dem Grade der Verdünnung und nach der Art des Gases, sich mehr oder weniger ausbreitet.

266. Als die Röhre in *äquatorialer Lage*, auf die genäherten Halbanker des grofsen, durch sechs Elemente erregten, Elektromagneten gelegt wurde, trennte sich der Strom in jeder Hälfte der Röhre in zwei Theile. In der 1. Figur Taf. II ist die Röhre von der Seite her angesehen, der Südpol ist vorne, der Nordpol hinten vorausgesetzt. Es sey die Elektrode *A* mit dem positiven, die Elektrode *B* mit dem negativen Drahtende der Inductionsrolle verbunden. Dann senkt sich in der ersten Hälfte der Röhre der positive Strom, der als Fortsetzung des positiven Stromes in der Drahtrolle anzusehen ist, von der Elektrode nach Unten, macht den Weg *a b* zur Scheidewand, verbreitet sich über diese nach Oben, von wo er auf dem Wege *cd* zur Elektrode *A* zurückkehrt. Wie überhaupt so unterscheidet sich auch hier in charakteristischer Weise der Austritt des Stromes von seinem Wiedereintritte in die Elektrode. In der zweiten Hälfte der Röhre senkt sich der negative Strom, der als Fortsetzung des negativen Stromes im Inductionsdrahte anzusehen ist, von der Elektrode *B* nach Unten, macht den Weg *a' b'* nach der Scheidewand an der er aufsteigt und im obern Theile der Röhre auf dem Wege *c' d'* zur Elektrode zurückkehrt. Hier unterscheidet sich wiederum der Austritt des Stromes von seinem Wiedereintritte, in der Art, dafs die Erscheinung beim Austritte eines negativen Stromes der Erscheinung beim Eintritte des positiven Stromes gleichkommt und umgekehrt. Denkt man sich die Scheidewand hinweg, so würde man die Anschauung zweier positiver Ströme gewinnen, von welchen der eine auf dem Wege *a b b' a'* von der Elektrode *A* zur Elektrode *B*

geht und der andere auf dem Wege $d'c'cd$ von dieser Elektrode zu jener.

Nach einer Commutation der Stromrichtung bleibt die Erscheinung ganz unverändert. Es geht alsdann von der Elektrode A, statt eines positiven recurrenten Stromes ein negativer recurrenter Strom aus; während aber jener den Weg $abcd$ nahm, nimmt dieser den umgekehrten Weg $dcba$. Die beiden Ströme haben dabei dasselbe Aussehen und erleiden dieselbe Ablenkung durch den Magneten. Ebenso tritt, nach der Commutation, an die Stelle des von B ausgehenden negativen Stromes $a'b'c'd'$ der positive $d'c'b'a$, von entgegengesetzter Richtung und daher von gleicher Ablenkung durch den Magneten.

Nach einer Commutation der magnetischen Polarität vertauscht sich in der Erscheinung Oben und Unten. Der obere Theil jedes der beiden recurrenten Ströme $abcd$ und $d'c'b'a'$ ist an die Stelle des untern Theiles desselben Stro-

267. In vollkommnem Einklange mit dem Vorstehenden sind die Erscheinungen, die hervortreten, wenn man die Röhre in axialer Richtung so auf die beiden genäherten Halbanker legt, dafs die Mitte der Röhre über die Mitte zwischen dieser zu liegen kommt. Wenn die Elektrode *A* mit dem positiven, die Elektrode *B* mit dem negativen Drahtende der Inductionsrolle verbunden wird und die magnetische Polarität die in Fig. 2 Taf. II bezeichnete ist, nimmt der positive recurrente Strom in der einen Hälfte der Röhre den Weg *abcd*, der negative Strom in der andern Hälfte den Weg *a'b'c'd'*. Die dunkeln Unterbrechungen der beiden Ströme liegen auf derselben Seite, in *c* und *b'*. Abgesehen von der Scheidewand, ist für das Auge die Erscheinung dieselbe als wenn ein positiver Strom von der einen Elektrode zur andern den Weg *a b b'a'* nähme und, von dieser zu jener zurück, den Weg *d'c' cd*.

Nach einer Commutation der Stromrichtung stellt sich ganz die ursprüngliche Erscheinung wieder her, indem *d'c'b'a'* der recurrente positive und *dcba* der recurrente negative Strom wird. Nach einer Commutation der magnetischen Polarität ändert sich die Erscheinung dadurch, dafs die seitliche Ablenkung durch den Magneten die entgegengesetzte wird.

268. Wenn die Röhre ihrer Länge nach so verschoben wird, dafs die Mitte der einen Hälfte über die Mitte zwischen den Halbankern zu liegen kommt, so tritt in der Mitte dieser Hälfte (während die Erscheinung in der andern Hälfte dieselbe bleibt) der Strom von der einen Seite auf die andere Seite und bei seiner Rückkehr von dieser Seite weder auf jene herüber, was die früher schon (120) bei der Gassiot'schen Inductionsröhre beschriebenen Erscheinungen giebt. Zugleich aber kommen die Erscheinungen an den hineinragenden Elektroden und das Auftreten der dunklen Unterbrechung, wodurch die Richtung des Stromes sichtbar gemacht wird, hinzu. Wenn *A* die positive Elektrode ist und dieselbe oberhalb des Nordpols liegt, so ist

der Weg des positiven Stromes in der fraglichen Hälfte der Röhre *AabcdefghA* (Fig. 3 Taf. II).

269. Wenn wir in dem Du Moncel'schen Versuche (260) die beiden äufsern Metallplatten nicht unmittelbar mit den beiden Drahtenden der Ruhmkorff'schen Inductionsrolle berühren, sondern von diesen auf jene aus einiger Entfernung Funken überschlagen lassen, so sind auch diese Funken recurrente Entladungen. Eine ganz analoge Zusammenstellung erhalten wir, wenn wir, statt der Röhre der letzten Nummern, uns einer Röhre bedienen, welche statt der einzigen Scheidewand zwei Scheidewände hat, durch welche sie in drei von einander isolirte, evacuirte Räume getheilt wird. Der einzige Unterschied liegt darin, dafs in der nicht leitenden Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit die Entladung in Blitzen erfolgt, in den evacuirten Räumen aber in diffusen Strömungen, welche der Einwirkung des Magneten gehorchen.

die Entladung direct hindurchgeht, gleichkommen. Die Lichtintensität in den neuen Röhren ist kaum schwächer, als in diesen, wobei allerdings in Betracht kommt, dafs ein elektrischer Strom, wenn er auf seinen Weg zurückkehrt, in Beziehung auf Licht- und Wärmeerregung, dieselbe Wirkung hat, als ein einfacher Strom von doppelter Intensität. In dieser Beziehung scheint aber auch die Geifsler'sche Construction darin einen namhaften Vorzug zu haben, dafs die verschiedenen Räume durch dünne isolirte Glasschichten *von grofser Oberfläche* von einander getrennt sind, was in viel geringerem Maafse bei einer cylindrischen Röhre mit ebenen Scheidewänden der Fall ist.

271. Als eine in der vorigen Nummer beschriebene Geifsler'sche Inductionsröhre in äquatorialer Richtung mit einem Paare ihrer concentrischen Glaskugeln auf den grofsen Elektromagneten gelegt wurde, zeigte sich, von dem Südpole her angesehen, die in der Figur angedeutete Erscheinung. Die Ablenkung durch den Magneten lehrt — wir beschränken uns auf das Aeufsere der Erscheinung — dafs ein positiver Strom (abc), der abgestofsen wird von der Elektrode her aus dem obern Theile der engern Röhre in die innere Kugel tritt, wo er aufsteigt und nach zurückgekehrtem *längeren* Wege in eine helle Spitze ausläuft; dafs ein zweiter positiver Strom von ganz gleichem Aussehen, (def) der angezogen wird, von dem Ellipsoïd der Mitte her durch den engern Kanal in den concentrischen Raum zwischen den beiden Kugeln tritt und hier an der tiefsten Stelle der äufsern Kugel sich herabzieht; dafs ferner zwei negative Ströme ($a'b'c'$ und $d'e'f'$) unter sich gleiches Aussehen haben und nach zurückgelegtem *kürzern* Wege beide in eine Spitze auslaufen, von welchen der eine, vom Magneten angezogen, in der innern Kugel sich senkt und der andere, abgestofsen, in dem concentrischen Raum zwischen den beiden Kugeln ansteigt. Es kommt dieses in der Annahme von blofs positiven Strömungen darauf hinaus, dafs ein Strom von der Elektrode her den Weg $abcf'e'd'$ zum mittlern Ellipsoïde nimmt und von diesem auf dem Wege

def c' b' a' zu der Elektrode wieder zurückkehrt; gerade so als wenn die isolirende Kugelwandung nicht vorhanden wäre.

Eine Umkehrung der Stromrichtung ändert auch hier die Erscheinung nicht; bei einer Commutirung der magnetischen Polarität vertauscht in derselben sich gegenseitig Oben und Unten.

272. Wenn wir zu der einfachern Anschauung einer cylindrischen Röhre *ABCD*, an deren Enden Elektroden angeschmolzen sind und die durch zwei Glaswände *B* und *C* in drei von einander isolirte Räume getheilt wird, uns zurückwenden, so ergiebt sich, nach dem Vorstehenden, die folgende Analyse der ganzen Erscheinung.

Es trete der positive Strom der Inductionsrolle durch die Elektrode *A* in den Raum *AB*. Dann geht er fort bis zur ersten Scheidewand *B* und kehrt von da zur Elektrode zurück. In dem Momente, wo derselbe an der Scheide-

folgt insbesondere auch daraus schon, dafs wenn, statt eines durch Glaswände isolirten Raumes, mehrere solcher Räume eingeschaltet sind, auch von einem dieser Räume auf den andern in verdünnten Gasen die elektrischen Lichtströme sich übertragen. (270.)

Um die gleiche Erscheinung an den beiden Polen zu erklären, müssen wir, neben den eben besprochenen Strömen, die ihren Ursprung an der positiven Elektrode haben, auch der negativen Elektrode eine stromerregende Kraft von gleicher Intensität beilegen und gleichzeitig *negative* Ströme annehmen, welche von ihr ausgehen.

273. Wir haben bisher, und mit Recht, so lange es sich nur um die Erscheinungen, wie sie das Auge sieht, handelt, einen positiven und einen negativen Strom von entgegengesetzter Richtung, auf welche beide der Magnet in gleicher Weise wirkt als identisch betrachtet und demnach also auch den Austritt aus der Elektrode eines beliebigen der beiden Ströme und den Wiedereintritt des andern in dieselbe. So können wir, zum Beispiel, in dem Falle der 1. Figur Taf. II den positiven Strom ab und den negativen $a'b'$, der ihm entgegenkommt, als einen einzigen positiven Strom $Ba'b'baA$ ansehen. Während demzufolge in den oben beschriebenen Erscheinungen kein Unterschied bei veränderter Stromrichtung wahrnehmbar ist (und auch nicht, bei vertauschter magnetischer Polarität, bemerkbar seyn würde, wenn Anfang und Ende des Stromes sich nicht kenntlich machten), so ist doch in Wirklichkeit die Erscheinung eine wesentlich verschiedene und das Auge nimmt diesen Unterschied nur deshalb nicht wahr, weil es das Fortschreiten selbst der elektrischen Stromthätigkeit, der grofsen Geschwindigkeit wegen, mit welcher dasselbe erfolgt, *nicht* sieht und nicht zu erkennen im Stande ist, ob diese Thätigkeit von der einen oder der andern Elektrode ausgeht.

274. Um uns überhaupt von einem elektrischen Elementarstrome ein Bild zu machen, scheint es mir auf dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft immer noch am ra-

tionellsten die Grotthuſs'sche Anschauungsweise, welche der Annahme einer fortschreitenden Longitudinalschwingung nahe kommt, zu adoptiren und durchzuführen. Nach derselben findet in einem positiven Strome successive in den auf einander folgenden Körpertheilchen Vertheilung der beiden Elektricitäten und dann Wiedervereinigung der positiven Elektricität des vorhergehenden mit der negativen Elektricität des nachfolgenden Theilchens statt. Bei dem *elektrolytischen* Strome ist die Inductionswirkung in jedem Theilchen von einer chemischen Zersetzung desselben begleitet. Ein Wassertheilchen, zum Beispiel, zerfällt in Sauerstoff, den Träger der negativen, und in Wasserstoff, den Träger der positiven Elektricität. Mit der Wiederausgleichung der positiven Elektricität des vorhergehenden mit der negativen Elektricität des nachfolgenden Theilchens ist immer die chemische Wiedervereinigung der Träger dieser Elektricitäten, in unserem Beispiele des Wasserstoffs des ersten Theilchens mit dem Sauerstoff des zweiten, zu einem neuen Wasser-

schaffenheit des Sandes einer magnetischen ähnlicher wird und die eine Abstofsung nicht sogleich zur Folge hat. Wenn wir zu dieser Anschauung noch diejenige hinzufügen, dafs die elektrische Vertheilung nicht absolut momentan ist, sondern wie es bei der elektrolytischen und metallischen Leitung der Fall ist, von einem Körpertheilchen zum andern sich überträgt, so tritt uns auch bei Isolatoren das Bild eines Stromes entgegen, bei dem die beiden Elektricitäten sich nur in der Sphäre des Körpertheilchens bewegen, eines Stromes, der die Elektricitäten nicht fortführt, wohl aber Träger der fortschreitenden elektrischen Inductionswirkung ist.

276. Das Vorhandenseyn eines so aufgefafsten Stromes in Isolatoren scheint mir ferner nachgewiesen in der Molecularthätigkeit, die wir im Glase annehmen müssen, wenn es durch den Inductionsfunken durchbohrt werden soll (260). Wenn die elektrische Vertheilung, namentlich indem sie sich rasch wiederholt, in dem isolirenden Glase zu stark wird, so stellt sich die Ausgleichung der beiden Elektricitäten von Theilchen zu Theilchen wieder her, es erfolgt die Durchbohrung durch eine blitzartige Entladung. Diese Durchbohrung wird, abgesehen von sekundären mechanischen Wirkungen, denjenigen Weg nehmen, wo die elektrische Induction die gröfste ist.

Den directen Beweis für die fortschreitende Induction durch einen Nichtleiter liefern eben die neuen Geifsler'schen *Inductionsröhren*, in welchen der gewöhnliche Inductionsstrom, nachdem er an die isolirende Glaswand — die wenn auch an und für sich dünn, doch in Beziehung auf den Abstand der Körpertheilchen von einander, unvergleichbar dick ist — angekommen ist, jenseits derselben, so wenig geschwächt sich fortsetzt. Aus derselben allein läfst sich insbesondere erklären, dafs in dem Falle, wo die in ihrer Mitte durch eine Glaszelle getheilte Röhre der 255. Nummer in den Kreis der Entladung des Ruhmkorff'schen Apparates eingeschaltet wird, die Stromthätigkeit so viel

gröfser ist, als wenn wir den Inductionsstrom in der Elektrode, wie in der 264. Nummer, einfach in zwei von einander getrennte Röhren auslaufen lassen.

277. Nach der vorstehenden Auffassung, die keinen Anspruch darauf macht, eine endgültige zu seyn, finden wir keine Schwierigkeit das Grotthufs'sche Schema auch auf das Umkehren des Stromes an der isolirenden Scheidewand, auf seinen Durchgang durch dieselbe in veränderter Form und seine Fortsetzung jenseits der Scheidewand auszudehnen. Die Rückkehr des Stromes fordert die Annahme, dafs Körpertheilchen, die seiner Wirkung unterworfen sind, unmittelbar nachher wieder einer elektrischen Vertheilung fähig werden. Wenn wir ferner eine elektrische Entladung als eine Reihe von auf einander folgenden Elementarströmen ansehen müssen, so folgt, dafs sie der Zeit nach so weit von einander getrennt sind, dafs sie sich gegenseitig nicht stören. Die Aussicht Interferenzerscheinungen elektrischer

279. Wenn wir die beiden Stanniolbelege in zwei gröfsere Streifen auslaufen lassen und diese, statt sie in leitende metallische Verbindung zu bringen, durch einen dünnen Isolator trennen, so treten in beiden Stanniolbelegen recurrente Ströme auf, deren Existenz sich wie in der vorigen Nummer kund giebt. Es entspricht alsdann der Apparat einer Inductionsröhre mit vier getrennten evacuirten Gasräumen, von welchen die beiden mittlern durch Stanniolbelege ersetzt sind.

280. Auf diesem Wege kommen wir weiter zu der Combination, dafs wir eine Reihe von Kupferplatten oder Kupferstäben durch dünne Glas- oder Glimmerplatten von einander isoliren und erhalten alsdann in denselben, wenn wir die äufsersten Glieder der Reihe mit den Drahtenden der Inductionsrolle verbinden, recurrente Ströme.

281. Wenn wir nachweisen könnten, dafs der elektrische Strom auch im Innern eines metallischen Leiters unter der Einwirkung des Magneten eine Ablenkung erführe, so wäre dadurch die Möglichkeit gegeben, auch in solchen Leitern wie in verdünnten Gasen, durch das Galvanometer unnachweisbare, recurrente Ströme nachzuweisen. Aber meine desfallsigen Versuche, welche dahin zweckten in einem breitern Kupferstreifen eine solche Ablenkung hervorzurufen und in Folge davon den Strom theilweise auf einen andern Leiter abzuzweigen und hier durch ein Galvanometer sichtbar zu machen, blieben erfolglos; weshalb ich dieselbe hier nicht näher beschreibe. Die Frage bleibt unentschieden.

282. Ein Inductionsstrom in verdünnten Gasen kehrt theilweise auf seinem Wege um, wenn er aus einem weitern Raume in einen engern Kanal tritt (255). Sollte nicht auch das Gleiche stattfinden wenn derselbe aus einem dicken Kupferdraht in einen feinen tritt. Wenn das aber der Fall wäre, so würde daraus folgen — vorausgesetzt, dafs gewöhnliche Ströme und Inductionsströme sich nicht wesentlich von einander unterscheiden, etwa nur in der Art, wie in ihnen die Elementarströme auf einander folgen — dafs

ein Strom, wenn er seinen Weg durch einen Leiter nimmt, der aus dünnen und dicken Drähten zusammengesetzt ist, durch theilweise Umkehr geschwächt wird. Das Galvanometer würde zwar in der ganzen Länge der Leitung einen Strom von gleicher Stärke nachweisen; denn ein sich abzweigender umkehrender Strom schwächt den ursprünglichen Strom gerade um eben so viel, als den sich fortsetzenden. Aber es müfste in dem fraglichen Falle die durch das Galvanometer angezeigte Stromstärke eine schwächere seyn, als wenn der aus dünnen und dicken Drähten zusammengesetzte Leiter durch einen gleichförmig dicken Draht ersetzt würde, der einen Widerstand böte, der der Summe der Widerstände in den dicken und dünnen Drähten gleich wäre. Dann würde also für den fraglichen Fall das Ohm'sche Gesetz eine Correction fordern, über deren Vorhandenseyn und Bedeutung nur directe Versuche entscheiden können.

Dafs es, wie recurrente gewöhnliche Ströme in Metallen, auch recurrente *electrolytische* Ströme giebt, läfst sich in gleicher Weise darlegen. Hierbei tritt uns, nach Analogie der 281. Nummer, die Frage über die Ablenkung solcher elektrolytischen Ströme im Innern des Elektrolyten durch den Magneten entgegen.

Ich stellte ein flaches Gefäfs, dessen Boden aus einer grofsen Daguerreotypplatte bestand, mitten auf die genäherten Halbanker des grofsen Elektromagneten und gofs in dasselbe eine Lösung von Bleisuperoxyd in Kalilauge. Indem ich, bevor der Magnet erregt war, mit der negativen Elektrode einer Kette von zwei Grove'schen Elementen die Oberfläche der Flüssigkeit in ihrer Mitte und mit der positiven Elektrode die Daguerreotypplatte berührte, erhielt ich auf dieser, wie Herr Becquerel es gelehrt hat, die schönsten kreisrunden Ringe, deren Durchmesser in wenigen Sekunden bis zu 10 bis 12^{cm} anwuchs. Auch nicht die geringste wahrnehmbare Aenderung fand in der Form dieser Ringe statt, wenn sie nach vorhergegangener starker Erregung des Elektromagneten erzeugt wurden, auch dann

nicht, wenn die negative Elektrode die Oberfläche der Flüssigkeit an andern Punkten berührte. Dieses negative Resultat stimmt mit den ältern Beobachtungen über die Nichteinwirkung des Magneten auf chemische Zersetzung durch den Strom überein.

284. Das reinste Beispiel recurrennter Ströme bieten die elektrischen Lichtausstrahlungen dar, die in gasverdünnten Räumen von den einzelnen Punkten der negativen Elektrode divergirend nach der umgebenden Glaswandung hingehen und von dieser wieder zur Elektrode zurückkehren. Jedes solcher divergirenden Büschel elektrischer Ströme, das unter günstigen Verhältnissen bis zur Glaswandung sichtbar ist, concentrirt sich unter der Einwirkung des Magneten zu einer hellen Lichtlinie, der erleuchteten, mathematisch scharf gezeichneten, durch den jedesmaligen Ausgangspunkt gehenden, magnetischen Curve. Allein auf einer solchen Curve kann ein elektrischer Strom, ungestört durch den Magneten, sich hin und her bewegen. Dieses einfache Gesetz, dessen experimentale Tragweite vollkommen begründet ist, steht in keinem Zusammenhange, vielmehr in directem Widerspruche mit den bekannten elektromagnetischen Gesetzen. Die Lösung dieses Widerspruches führt uns, wie ich glaube, zu der nothwendigen Annahme, dafs wir *die Wirkung auf fertige Ströme*, wie sie die bisherigen Gesetze fordern, von der *Wirkung auf Ströme während ihres Entstehens* unterscheiden. Diese Auffassung wird durch das in meiner letzten Abhandlung [1]) gewonnene Resultat in merkwürdiger Weise unterstützt, dafs nämlich in den Versuchen, auf welche ich hier lediglich verweise, wenn die Entladung in Gasen von äufserster Verdünnung erfolgt, die *neue* magnetische Wirkung eintritt, um, bei allmähligem Zutreten des Gases, bald der durch *die alten Gesetze bestimmten* Wirkung zu weichen. Nach meiner Auffassung kommt dieses darauf hinaus, dafs ein fertiger Strom hinlängliche Menge ponderabler Materie, als Träger, fordert, und dafs er dann an der Materie haftet, auf welche die Wirkung sich über-

1) Pogg. Ann. Bd. CXIII S. 263 ff.

trägt. Wenn dagegen die Menge der Materie nicht hinreichend ist, so finden die von mir zuerst beschriebenen Erscheinungen statt, um auch ihrerseits, bei der vollständigen Abwesenheit von Materie, zu verschwinden. Damit in Uebereinstimmung darf, bei der bekannten Rotation des elektrischen Lichtbogens, damit dieser sich bilde, das Gas nicht zu stark verdünnt seyn, nur ein solcher Bogen rotirt, wie ein elektrisch durchströmter Kupferdrath, um den Magnetpol, bei zu starker Verdünnung hört die Rotation auf. Es kann auch der Magnet einen fertigen Strom wieder zerstören; dann tritt die neue magnetische Wirkung, elektrische Strömung nach magnetischen Curven, deutlich auf. Es ist dieses dann namentlich der Fall, wenn eine weitere Geifsler'sche gewöhnliche oder Inductionsröhre in axialer Lage auf die genäherten Halbanker des grofsen Elektromagneten gelegt wird, wobei oberhalb der Stelle der gröfsten Wirkung der concentrirte Lichtstrom von der einen Seite

ben mit den Elektroden zu vermeiden, einerseits um das Eintreten der Materie der Elektrode in die Lichterscheinung, andererseits um die chemische Wirkung zwischen dieser und dem Gase oder Dampfe zu eliminiren. Um so mehr ist dieses letztere wichtig, weil wir, unter den obwaltenden Verhältnissen, über diese chemische Wirkung keinen Anhaltspunkt in dem chemischen Verhalten unter gewöhnlichen Umständen finden. Wenn wir, zum Beispiel, erwägen, dafs bei Anwendung von Platin, das Platin der negativen Elektrode, entweder allein für sich oder verbunden mit dem in der Röhre befindlichen Sauerstoffe, Brom, Chlor usw. zur umgebenden Glaswandung übergeführt wird, um dort einen Spiegel zu bilden, der anfänglich eine dem reinen Platin oder der Verbindung desselben entsprechende Färbung hat, bald aber undurchsichtig wird [1]) — wie sollten wir da erwarten, dafs andererseits Aluminium, als negative Elektrode angewandt, sich sichtbar nicht verflüchtigt und Sauerstoff, Brom, Chlor nicht aus der Umgebung aufnimmt, um sich damit chemisch zu verbinden.

286. Wenn recurrente Ströme das verdünnte Gas in der Capillarröhre, welches allein mit Glas in Berührung ist, glühend machen, so kann dieses sicherlich keiner di-

1) Die schönsten von mir beobachteten Spiegel zeigte, in ihrem weitern Theile, eine elektrische Spectralröhre mit Platin-Elektroden, welche ich der Freundlichkeit des Hrn. Morren verdanke. Bei der Anfertigung derselben war die Röhre, ganz mit Quecksilber angefüllt, im luftleeren Raume sorgfältig ausgekocht und nachdem ein Minimum Wasserstoffgas eingeführt, das Quecksilber fast ganz wieder herausgelassen worden. Das Spectrum dieser Röhre war das combinirte des Wasserstoffgases und des Quecksilbers. Offenbar trug das Gas durch seine hohe Temperatur zur Entwicklung des Quecksilberdampfes bei; denn, ohne die Gegenwart eines andern Gases, würde der Quecksilberdampf unter denselben Verhältnissen nicht glühend werden. Das Licht der Röhre verlor aber mit der Zeit die ursprüngliche Intensität, wahrscheinlich weil das von der negativen Elektrode zur Glaswandung übergeführte Platin oder Platinamalgam Wasserstoffgas absorbirt hatte.

Auch kleine ebene Platinspiegel liefsen sich auf diese Weise erhalten.

recten chemischen Wirkung — recurrente Ströme zersetzen wenigstens keinen Elektrolyten — sondern nur der Wärme im Geleite des Stromes zugeschrieben werden, wobei es natürlich scheint anzunehmen, dafs ein Strom, wenn er auf seinem Wege zurückkehrt, zweimal die gleiche Wärme entwickelt. Die Ansicht, von der ich gleich bei meinen ersten Untersuchungen über elektrische Entladungen durch gasverdünnte Räume ausgegangen bin, dafs das Leuchten des Gases in einer Spectralröhre einzig und allein der den Strom begleitenden Wärme zuzuschreiben sey, habe ich seitdem in directer Weise bestätigt gefunden. Nach einigen vergeblichen Versuchen Wasserstoffgas so stark direct zu erhitzen, bis es die schöne, charakteristische, intensiv rothe Farbe einer Wasserstoff-Spectralröhre erhalte, erreichte ich meinen Zweck dadurch vollständig, dafs ich aus zwei Gasometern Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zusammenströmen liefs und anzündete und dabei den Druck so

grünlich blauen und violetten Lichte von jedesmal absoluter Brechbarkeit zusammengesetzt ist. Und hiernach erscheint es mir vollständig gerechtfertigt, den allgemeinen Satz aufzustellen, *dafs jedes Gas, jeder Dampf bei hinlänglich starker Erhitzung, vorausgesetzt, dafs dieselben in Folge der Erhitzung nicht chemisch zersetzt werden, mit eigenthümlichem Lichte, das bereits durch meine elektrischen Spectral-Beobachtungen vom Jahre* 1859 *für eine Reihe von gasförmigen Substanzen analysirt worden ist, glüht, und, in Gemäfsheit dieser Analyse, im Allgemeinen aus farbigem Lichte von mehrfacher aber absoluter Brechbarkeit zusammengesetzt ist.* Erhitzte Luft (Stickstoff) giebt so eine Flamme von röthlich violettem, Kohlenoxydgas von intensiv grünlich weifsem, Sauerstoffgas von weniger intensivem röthlichem Lichte; Zinnchlorid giebt eine Flamme, die bei zunehmender Erhitzung von schönem Blau durchs Grüne, zum schönsten intensiven Goldgelb übergeht, bis zuletzt der Dampf sich allmählich zersetzt.

287. Nachdem sich meine Voraussetzung, dafs, wenn wir in verdünnten Gasen die elektrische Entladung durch eine Capillarröhre leiten und dadurch concentriren, in dem engen Kanale auch die Intensität des Lichtes zunimmt, so glücklich bestätigt und so zu den gewöhnlichen elektrischen Spectralröhren geführt hatte, lag der Gedanke nahe, nach demselben Principe auch *Inductions-Spectralröhren* herzustellen. Es war dazu weiter nichts erforderlich, als die Gassiot'sche Inductionsröhre (119) in ihrer Mitte zu verengen. Dem entsprechend wurde eine evacuirte Röhre aus drei Theilen zusammengesetzt, aus zwei weitern mit Stanniol belegten Röhren an den beiden Enden, die durch eine Capillarröhre in der Mitte communicirten. Wenn die beiden Stanniolbelege mit den Drahtenden der Inductionsrolle verbunden werden, zeigte sich vollständig die erwartete Erscheinung. Nur erwies sich eine derartige Röhre für den praktischen Gebrauch wenig geeignet, weil die äufsere elektrische Spannung störend war und die elektrische Lichter-

scheinung unruhig machte [1]). Ganz ruhig aber ist die Lichterscheinung, wenn wir in der beschriebenen Geiſsler'schen Inductionsröhre (270), statt des mittlern weiten Theiles eine Capillarröhre einschalten. Bei der Ausführung des Apparates durch Hrn. Geiſsler hat derselbe die Form der Fig. 5 Taf. VIII erhalten und läſst für die Anwendung nichts zu wünschen übrig.

288. Während Wasserdampf in einer gewöhnlichen Spectralröhre mit Platinelektroden, wie früher, nur das Spectrum des Wasserstoffgases gab, gab er in der Inductionsröhre, neben diesem Spectrum, auch noch das, freilich schwächere, Spectrum des Sauerstoffgases. Die Bestandtheile des durch Wärme zerlegten Wassers befanden sich in der neuen Röhre neben einander und gaben sich *beide* durch das Spectrum zu erkennen.

Analoges findet bei zusammengesetzten Verbindungen statt. Einstweilen mag es genügen die bloſse Thatsache hier

sich, wenn auch nur die geringsten Spuren desselben zurückbleiben, nach seiner Zersetzung durch die Wärme des Stromes, kenntlich macht in den Wasserstoffgasstreifen, namentlich in den Streifen $H\alpha$ und $H\beta$, welche neben den Streifen des zu analysirenden Gases, mehr oder weniger deutlich, hervortreten. Wählen wir eine solche Röhre, in welcher $H\alpha$ und $H\beta$ bei der prismatischen Analyse kaum sichtbar sind und demnach das zu analysirende Gas bei durchgehendem Strome ungestört in der ihm eigenthümlichen Farbe (Kohlenoxydgas blendend weifs mit einem Stich ins Grüne, Luft [Stickstoff] röthlich violett) leuchtet und verdünnen dann dieses Gas durch den Quecksilberevacuator mehr noch als es bereits in den Geifsler'schen Röhren verdünnt ist, so tritt ein Moment der Verdünnung ein, wo die Röhre in überraschender Weise ihre bisherige Farbe verlierend schön roth wird und die Analyse durch das Prisma nur noch die Streifen des reinsten Wasserstoffgases giebt [1]). Träger der elektrischen Entladung *ist jetzt Wasserstoffgas allein;* das ursprüngliche Gas, namentlich Luft (Stickstoffgas) und Kohlensäure (Kohlenoxydgas), *ist nur bis zu einem gewissen Grade der Verdünnung Träger der Entladung geblieben.* Wenn wir die Verdünnung bis zur möglichen äufsersten Gränze treiben, bleibt aber auch das rothe Wasserstoffgaslicht, sey es, dafs dieses Licht, wie oben beschrieben, erst in Folge der Verdünnung auftritt oder die Röhre ursprünglich mit diesem Gase gefüllt war, nicht unverändert, es verbleicht in ein verwaschenes Violett, was, wie die prismatische Analyse nachweist, Folge davon ist, dafs die drei Streifen des Spectrums allmählich blasser werden, so jedoch, dafs dieses Erblassen in höherem Grade beim rothen Streifen stattfindet und dieser Streifen schon erloschen ist, wann der grüne Streifen noch hell bleibt. Daraus scheint zu folgen, *dafs, wenn aus Mangel an ponderabler Materie der*

1) Es scheint, dafs bei der fraglichen Evacuirung Kohlensäure und Luft leichter fortgeführt werden als der, beim durchgehenden Strome Wasserstoffgas gebende, Wasserdampf, der am Glase condensirt ist und sich schwer von demselben ablöst.

Strom allmählich aufhört, zuerst die minder brechbaren Strahlen erlöschen. Dieses Resultat wird durch die Beobachtung bestätigt, dafs bei dem Uebergange des hellen rothen Wasserstoffgaslichtes in das verwaschene Violett, die ursprünglich kaum bemerkbare Fluorescenz des Glases der Röhre immer schöner wird. Es scheint, dafs diese Fluorescenz, gröfstentheils durch unsichtbares Licht hervorgerufen, auch dann noch fortbesteht, wenn das elektrische Licht selbst für das Auge gänzlich erloschen ist. (Vergleiche den Fall einer Kugel mit Messingelektroden, die ursprünglich freien Bromdampf enthielt [171].)

290. Die Veränderungen und das allmähliche Erlöschen des elektrischen Lichtes (des Lichtes, das in Begleitung des elektrischen Stromes auftritt) ist in weiten Röhren im Wesentlichen dasselbe als in engen; auch macht es keinen wesentlichen Unterschied ob die Entladung zwischen metallischen Elektroden erfolgt oder nicht. Wichtig, namentlich

letzten Mittheilung beschrieben habe, können wir für jedes Gas, insbesondere für Luft, eine Gränze der Verdünnung bestimmen, wo die Entladung (zunächst zwischen Elektroden) keine blitzartige mehr ist. Nach dieser Gränze hin werden die blitzartigen Entladungen immer feiner, auf ihre Kosten vermehrt sich allmählich eine sie umgebende Lichthülle, die zuletzt als fadenförmige Entladung allein noch übrig bleibt. Es folgt hieraus, dafs die Region der atmosphärischen Blitze eine gewisse Höhe nicht übersteigen kann und dafs in bedeutender Höhe Blitze mit einer Lichthülle umgeben sind. Oberhalb dieser Region der Blitze können elektrische Entladungen in der Atmosphäre nur als Lichtströmungen sichtbar werden, die, anfänglich mehr concentrirt, bei zunehmender Höhe, in der Region des Nordlichtes, immer mehr sich ausbreiten. Aber die neuen Versuche zeigen, dafs es auch hier wiederum eine Gränze der Erhebung giebt, über welche hinaus auch solche diffuse Lichtströmungen nicht mehr stattfinden können. Es giebt mit anderen Worten eine Gränze der Höhe für das Nordlicht.

Ich gehe einstweilen in kein näheres Detail über die bisher gemachten Bestimmungen ein. Es wurde dabei die zu prüfende Röhre an den Quecksilberevacuator, der für solche Untersuchungen die beste gewöhnliche Luftpumpe übertrifft, angeschmolzen, ein besonderes Manometer construirt und vermittelst des Kathetometers der Quecksilberstand in demselben abgelesen. Um indefs einen ungefähren Anhaltspunkt zu haben, bemerke ich, dafs, nach einer vorläufigen Messung, etwa bei einem Barometerstande von $0^{mm},3$ das Licht in der *Luft* zu verschwinden anfängt und bei $0^{mm},1$ vollständig verschwunden ist. Der letztgenannte Barometerstand entspricht einer Höhe von etwa neun geographischen Meilen [1]), bei welcher *in der Luft* keine elektrischen Entladungen mehr stattfinden können.

1) Nach der Formel

$$346{,}023 \cdot \frac{h}{R} = \log \text{brigg.} \frac{p_0}{p}.$$

in welcher p_0 den untern, p den obern Barometerstand (wonach in un-

Die Höhe bleibt hinter derjenigen bedeutend zurück, welche dem prächtigen und weit verbreiteten Nordlichte vom 29. August, das unter den günstigen Verhältnissen in Nordamerika beobachtet wurde, angewiesen werden. Die Lichtströmungen desselben folgten nach Hrn. Loomis[1]) der Richtung der magnetischen Inclination (den Bahnen magnetischer Kraftlinien der Erde) und stiegen von einer Erhebung über die Erdoberfläche von 46 (englischen) Meilen ausgehend bis zu einer Höhe von 534 Meilen an.

Bonn den 5. April 1862.

serm Falle $\frac{p_0}{p} = 7600$), R den Radius der Erde, h die Erhebung über die Erdoberfläche bedeutet, erhält man 72210^m. Hierbei ist der Abnahme der Schwere mit der Erhebung Rechnung getragen, aber die constante Temperatur von 0^0 angenommen worden.

1) *Elias Loomis. On the great Auroral Exhibition of August 28th to September 4th*, 1859. *American Journal of Science and*

III. *Ueber das Gefrieren des Wassers aus Lösungen; von Fr. Rüdorff.*

1. Im 114. Bd. dieser Annalen habe ich einige Versuche mitgetheilt über den Einfluſs, welchen die Salze auf das Gefrieren des Lösungswassers ausüben. Es ging aus denselben hervor, daſs einige Salze den Gefrierpunkt des Wassers proportional der Menge des gelösten Salzes erniedrigen, daſs man aber bei andern Salzen namentlich bei einigen Chloriden, um eine solche Beziehung zwischen Salzgehalt und Erniedrigung des Gefrierpunktes nachzuweisen, annehmen muſs, daſs diese mit einer bestimmten Menge Wasser verbunden sich in Lösung befinden. Die Verschiedenheit, welche die Salze in dieser Beziehung zeigten, die Folgerungen, welche sich daraus über die Constitution der Lösungen ziehen lieſsen, endlich die schon damals angedeutete Beziehung, in welcher diese Versuche zu den Kältemischungen stehen, schienen mir interessant genug, um den Einfluſs einer gröſsern Anzahl von Substanzen auf den Gefrierpunkt des Wassers zu ermitteln.

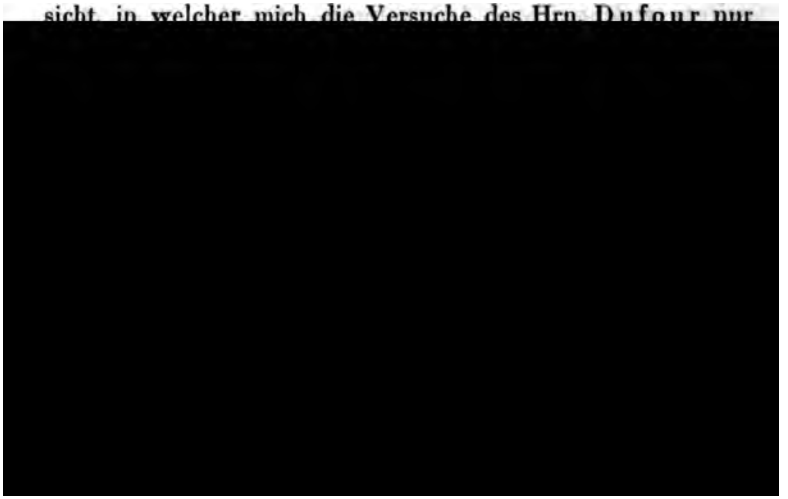
Ehe ich mich indessen zur Mittheilung der Versuche selbst, welche ich im Laboratorium des Hrn. Prof. Magnus ausgeführt habe, wende, muſs ich einer Arbeit des Hrn. Prof. L. Dufour [1]) in Lausanne erwähnen, welcher sich gleichzeitig mit demselben Gegenstande beschäftigt hat, zumal die Resultate und Folgerungen aus unsern beiderseitigen Versuchen in den wesentlichen Punkten von einander abweichen.

Im ersten Theil seiner Abhandlung sucht Hr. Dufour zu beweisen, daſs aus einer Salzlösung salzhaltiges Eis gefriert. Zahlreiche Versuche, welche derselbe mit den verschiedensten Salzlösungen anstellte, führten zu dem schon früher bekannten Resultate, daſs die aus dem Eise erhaltene Lösung einen geringeren Salzgehalt habe als die an-

1) *Bulletin de la société Vaudoise des sciences naturelles* No. 47.

gewandte Lösung, dafs das Eis um so weniger Salz enthalte, je langsamer es sich gebildet und je weniger Eis man im Verhältnifs zur ganzen Lösung ausfrieren lasse. Diese Erscheinung erklärt Hr. Dufour dadurch, dafs der flüssigbleibende Theil der Lösung das in dem Eis enthaltene Salz theilweise wieder auflöse, und dadurch immer concentrirter werde. Der Versuch die im Eis enthaltenen Salzkrystalle direct mit Hülfe des Mikroscops nachzuweisen, hatte ein negatives Resultat und Hr. Dufour glaubt, dafs diese Krystalle im Eise so fein und gleichmäfsig vertheilt seyen, das selbst das Mikroskop sie nicht entdecken könne.

Dieser Schlufsfolge des Hrn. Dufour kann ich mich keineswegs anschliefsen. Ich bin vielmehr bei Anstellung meiner Versuche von der Ansicht ausgegangen, dafs aus einer Salzlösung reines Eis gefriert, und dafs der Salzgehalt dieses Eises nur von eingeschlossener oder anhaftender Lösung herrührt, dafs im Augenblicke des Gefrierens eine Trennung zwischen Salz und Wasser stattfindet. Zu dieser Ansicht wurde ich durch zahlreiche ältere und neuere Beobachtungen und Versuche geführt, dafs der Salzgehalt des in einer Salzlösung entstehenden Eises stets viel geringer ist, als der der zurückbleibenden Lösung, eine Ansicht, in welcher mich die Versuche des Hrn. Dufour nur



wie wir dieses bei der bekannten Kältemischung aus Kochsalz und Eis sehen. Wenn sich daher in einer gefrierenden Salzlösung mit dem Eise zugleich Salz in Krystallen ausschiede, so würde sich dieses Salz sofort wieder mit dem Eise unter Temperaturerniedrigung zu einer Lösung verbinden; es wird sich also gewifs kein Salz unter Umständen bilden, unter welchen es nicht bestehen kann.

Indessen ist es mir auch gelungen einen directen Beweis zu liefern, dafs sich aus einer Salzlösung reines Eis ausscheidet. Bekanntlich ist eine Lösung des prachtvoll dichroïtischen Doppelsalzes von Magnesiumplatincyanür völlig farblos. Läfst man in einer solchen Lösung sich Eis bilden, so ist dieses ebenfalls wie die Lösung selbst durchaus nicht gefärbt. Schiede sich mit dem Eise auch nur die geringste Spur von Salz in fester Form aus, so würde das Eis gefärbt erscheinen. Dieser Fall tritt aber erst dann ein, wenn eine so grofse Menge Eis sich gebildet hat, dafs die flüssig gebliebene Menge Wasser nicht mehr im Stande ist, die ganze Menge des Salzes bei der betreffenden Temperatur zu lösen und in diesem Falle erscheint auch das Eis mit jenem tief roth und grünen Schiller wie die Krystalle des Salzes selbst.

2. Bedarf es noch eines weitern Beweises, so möchte ich denselben in folgender Thatsache finden. Bekanntlich läfst sich eine Lösung von schwefelsaurem Natron unter die Temperatur abkühlen, bei der sie gesättigt ist, ohne dafs sich Salz aus derselben ausscheidet. Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, dafs die Salzlösungen ganz allgemein die Eigenschaft besitzen, sich unter ihren Gefrierpunkt abkühlen zu lassen, ohne dafs sich Eis in ihnen bildet, eine solche überkältete Lösung verhält sich also ganz analog einer sogenannten übersättigten Salzlösung. Bei einiger Vorsicht gelingt es nun eine übersättigte Salzlösung auch unter ihren Gefrierpunkt abzukühlen, so dafs wir also hier den merkwürdigen Fall vor uns haben, dafs eine Lösung bei einer Temperatur flüssig bleibt, bei welcher sowohl die gelöste Substanz als auch das Lösungs-

mittel unter gewöhnlichen Verhältnissen aufhören flüssig zu seyn. Wirft man in eine solche übersättigte und überkältete Lösung ein Stückchen Eis, so scheidet sich nur Eis und kein Salz, beim Hineinwerfen vom schwefelsauren Natron scheidet sich nur Salz und kein Eis aus. Ob sich in einer Lösung Salz oder Eis ausscheidet, läfst sich sehr leicht daran erkennen, dafs das Eis als specifisch leichter als die Lösung stets oben schwimmt, dagegen die Krystalle sich rasch zu Boden senken. Scheiden sich Krystalle und Eis zugleich aus, so trennen sich beide auf dieselbe Weise.

Wenn man bedenkt, wie leicht sich aus einer übersättigten Lösung ein entsprechender Theil des gelösten Salzes ausscheidet, so wird man begreifen, dafs das Gelingen dieses Versuches einige Vorsicht erfordert. Ich verfuhr dabei auf folgende Weise. In Glaskölbchen von etwa 200 CC. Inhalt brachte ich eine Lösung von schwefelsaurem Natron, welche bei ungefähr $+5^{\circ}$ C. gesättigt war, erhitzte diese

sung die geringste Spur von festem schwefelsaurem Natron brachte. Dieser Umstand spricht wohl ganz entschieden für die Ansicht, dafs sich aus einer Salzlösung beim Gefrieren reines Eis ausscheidet und das der geringe Salzgehalt dieses Eises von eingeschlossener Lösung herrührt und nicht wie Hr. Dufour meint, von in dem Eise eingeschlossenen Krystallen. Denn schiede sich auch nur die geringste Spur von Salz in fester Form mit dem Eise aus, so würde diese die Ausscheidung der ganzen Salzmenge zur Folge haben, mit welcher die Lösung überladen ist. Wirft man dagegen einen Krystall von schwefelsaurem Natron in die übersättigte und überkältete Lösung, so scheidet sich nur Salz aber kein Eis aus, so dafs also auch das an jenem Krystall enthaltene Krystallwasser durchaus nicht auf das Lösungswasser einwirkt. Mit einer Lösung von kohlensaurem Natron gelingt der Versuch ganz in derselben Weise. Durch diese Versuche glaube ich die Frage, ob aus einer Salzlösung reines Eis gefriert, auf das bestimmteste beantwortet zu haben.

3. In Beziehung auf den Umstand, dafs sich eine Salzlösung unter ihren Gefrierpunkt abkühlen läfst, ohne dafs sich Eis ausscheidet, will ich noch bemerken, dafs dieser Versuch mit *jeder* Salzlösung gelingt, und um so besser gelingt, je concentrirter dieselbe ist, dabei ist es aber ganz unerläfslich die Lösung während der Abkühlung beständig zu rühren, weil sonst an der Gefäfswand eine zu bedeutende lokale Abkühlung eintritt und von hier eine Eisbildung veranlafst wird. Aus demselben Grunde darf man auch die Abkühlung nicht zu rasch bewirken, indem man die Lösung in eine Kältemischung von zu niedriger Temperatur stellt. Keineswegs ist aber die Berührung mit dem Glasstab oder die Bewegung des Rührens selbst eine Veranlassung zur Eisbildung.

4. In der zweiten Hälfte seiner Abhandlung untersucht Hr. Dufour, ob zwischen der Erniedrigung des Gefrierpunktes und dem Salzgehalt verschiedener Lösungen ein und desselben Salzes eine Beziehung existire. Dafs ihm der

Nachweis einer solchen Beziehung nicht gelungen, liegt lediglich in der Methode seiner Untersuchung. Ich habe schon in meiner früheren Mittheilung darauf aufmerksam gemacht, dafs es nöthig ist, um bei derselben Lösung übereinstimmende Resultate zu erlangen, aus derselben nur so wenig Eis gefrieren zu lassen, dafs dieses keinen merklichen Einfluſs auf die Zusammensetzung der zurückbleibenden Lösung hat. Eine solche geringe Ausscheidung von Eis erreichte ich dadurch, dafs ich den Gefrierpunkt der Lösung zuerst annähernd bestimmte, dann die Lösung ungefähr 0°,3 bis 0°,5 C. unter diese Temperatur abkühlte und durch ein hineingeworfenes Körnchen Schnee dann eine geringe Eisbildung veranlafste. Die Temperatur, auf welcher das Thermometer, mit welchem die Lösung beständig umgerührt wurde, jetzt stieg, wurde als der Gefrierpunkt angesehen und notirt. Die so bestimmten Gefrierpunkte weichen bei derselben Lösung nicht um $\frac{1}{10}$° C. von einander ab. Läfst man dagegen eine zu grofse Menge Eis ausscheiden, so hat die zurückbleibende Flüssigkeit eine wesentlich andere Zusammensetzung als die angewandte Lösung und die so erhaltenen Gefrierpunkte weichen um mehr als einen ganzen Grad bei derselben Lösung von einander ab und der Nach-

Salzes bewirkte Erniedrigung des Gefrierpunktes und findet eine einfache Proportionalität zwischen dem Salzgehalt und der Erniedrigung des Gefrierpunktes statt, so mufs $\frac{T}{M}$ eine constante Zahl seyn.

Schwefelsaures Kali.			Schwefelsaures Natron. wasserfrei		
M	T	$\frac{T}{M}$	M	T	$\frac{T}{M}$
2	—0°,4 C.	—0°,200	1	—0°,3 C.	—0°,300
4	—0 ,8	—0 ,200	2	—0 ,6	—0 ,300
6	—1 ,2	—0 ,200	3	—0 ,9	—0 ,300
8	—1 ,65	—0 ,206	4	—1 ,15	—0 ,290
	Mittel	—0°,201		Mittel	—0°,297

Bromkalium.			Iodkalium.		
M	T	$\frac{T}{M}$	M	T	$\frac{T}{M}$
4,74	—1°,4 C.	—0°,295	3,76	—0°,8 C.	—0°,213
11,16	—3 ,25	—0 ,291	10,34	—2 ,2	—0 ,212
19,82	—5 ,75	—0 ,290	26,24	—5 ,55	—0 ,211
31,10	—9 ,0	—0 ,290	58,15	—12 ,25	—0 ,211
	Mittel	—0°,292		Mittel	—0°,212

Aus dem Quotienten $\frac{T}{M}$ geht hervor, dafs schwefelsaures Kali und Natron, Bromkalium und Iodkalium als wasserfreie Salze auf die Erniedrigung des Gefrierpunktes einwirken.

5. Bei einigen anderen Salzen findet eine solche einfache Beziehung nicht statt und ich wähle als Beispiel aus diesen das Manganchlorür. Dasselbe wurde als krystallisirte Verbindung als $MnCl + 4HO$ abgewogen und in 100 Grm. Wasser gelöst. Aus der weiter unten mitgetheilten Tabelle geht hervor, dafs die Erniedrigungen des Gefrierpunktes keineswegs proportional sind dem Gehalt der Lösungen an $MnCl + 4HO$. Die unter $\frac{T}{M}$ verzeichneten Quotienten zeigen eine zunehmende Reihe. Es fragt sich, ob die schon mehrfach angedeutete Proportionalität stattfindet, wenn wir annehmen, dafs das Manganchlorür in der Lösung nicht mit

vier sondern mit einer anderen Anzahl von Wasseräquivalenten verbunden sey. Bezeichnen wir die Anzahl der Aequivalente Wasser, mit welchen sich die angewandte Verbindung in der Lösung verbindet mit r, die in 100 Grm. Wasser gelöste Menge des Salzes $MnCl + 4HO$ mit M, das Aequivalentgewicht desselben mit A, mit S die Menge der in 100 Grm. Wasser gelösten Verbindung, für welche die verlangte Proportionalität stattfindet, so ist, da das Aequivalent von $HO = 9$ ist:

$$\text{I.} \quad S = \frac{(A + 9r)\,100\,M}{100\,A - 9\,r\,M}.$$

Bezeichnet man die aus einer anderen Beobachtung entnommenen entsprechenden und zusammengehörigen Werthe mit S' und M', so ist:

$$\text{II.} \quad S' = \frac{(A + 9r)\,100\,M'}{100\,A - 9\,r\,M'}.$$

Sind ferner t und t' die zu S und S' gehörigen Gefrier-

welchen das Mittel sehr nahe = 8 ist; wir werden also die verlangte Proportionalität erhalten, wenn wir annehmen, dafs die Verbindung MnCl + 4HO beim Auflösen sich mit noch 8 Aeq. Wasser verbindet und dafs die Verbindung MnCl + 12HO in dem übrigen Wasser gelöst sey. Die nebenstehende Tabelle enthält unter *S* die berechneten Mengen dieser Verbindung, welche in 100 Grm. Wasser gelöst sind und die Quotienten $\frac{T}{S}$ zeigen, dafs jetzt eine Proportionalität stattfindet.

Manganchlorür.

	MnCl + 4HO			MnCl + 12HO	
M	*T*	$\frac{T}{M}$	*S*	*T*	$\frac{T}{S}$
4,03	— 1°,0 C.	—0°,248	7,172	— 1°,0 C.	—0°,139
4,25	— 1 ,05	—0 ,247	7,538	— 1 ,05	—0 ,139
9,72	— 2 ,45	—0 ,252	18,066	— 2 ,45	—0 ,136
19,70	— 5 ,55	—0 ,282	39,725	— 5 ,55	—0 ,139
33,88	—10 ,85	—0 ,320	77,654	—10 ,85	—0 ,138
36,58	—12 ,05	—0 ,330	86,088	—12 ,05	—0 ,138
				Mittel	—d°,138

Ganz auf dieselbe Weise wurden für einige andere Salze die Beobachtungen berechnet und die folgenden Tabellen enthalten die beobachteten und berechneten Werthe. Die Salze wurden alle wasserfrei angewandt, nur das Kupferchloridchlorammonium wurde als CuCl + 2HO abgewogen.

Bromnatrium.

	NaBr			NaBr + 8HO	
M	*T*	$\frac{T}{M}$	*S*	*T*	$\frac{T}{S}$
3,82	— 1°,25 C.	—0°,327	6,668	— 1°,25 C.	—0°,187
6,42	— 2 ,2	—0 ,349	11,420	— 2 ,2	—0 ,192
12,00	— 4 ,25	—0 ,354	22,255	— 4 ,25	—0 ,191
26,31	—10 ,1	—0 ,380	54,775	—10 ,1	—0 ,185
				Mittel	—0°,189

Iodnatrium.

NaJ				NaJ + 8 HO			
M	T	$\frac{T}{M}$		S	T	$\frac{T}{S}$	
3,74	— 0°,85 C.	—0°,227		5,629	— 0°,85 C.	—0°,151	
8,08	— 1 ,9	—0 ,235		12,441	— 1 ,9	—0 ,152	
17,08	— 4 ,25	—0 ,248		27,535	— 4 ,25	—0 ,154	
36,06	— 9 ,75	—0 ,270		64,538	— 9 ,75	—0 ,151	
					Mittel	—0°,152	

Kupferchlorid.

Cu Cl				Cu Cl + 12 H O			
M	T	$\frac{T}{M}$		S	T	$\frac{T}{S}$	
2,39	— 0°,85 C.	—0° 355		6,795	— 0°,85 C.	—0°,125	
4,91	— 1 ,8	—0 ,366		13,899	— 1 ,8	—0 ,129	
14,94	— 6 ,6	—0 ,442		51,260	— 6 ,9	—0 ,128	
16,53	— 7 ,5	—0 ,453		58,688	— 7 ,5	—0 ,127	
					Mittel	—0°,127	

derlichen Cubikcentimeter Titrirflüssigkeit wurde berechnet, wie viel Gramme wasserfreier Verbindung in 100 Grm. Wasser gelöst waren. Bezeichnen wir dieselben mit M, mit A wieder das Aequivalentgewicht dieser Verbindung, mit C die Anzahl verbrauchter Cubikcentimeter der Titrirflüssigkeit und endlich mit n die Anzahl Gramme der zum Titriren angewandten Lösung, so ist:

$$M = \frac{100\,AC}{1000n - AC}.$$

Ist indessen die Erniedrigung des Gefrierpunktes nicht dem Gehalt an wasserfreier Substanz, sondern dem Gehalt der mit r Aequivalenten Wasser verbundenen Substanz proportional, so berechnen wir mit Hülfe obiger Gleichung zunächst M und hieraus durch die Gleichung (IV) r und dann aus (II) die Werthe von S. Aus den unten mitgetheilten Beobachtungen für Salzsäure erhält man auf diese Weise für r Werthe, welche als Mittel 12 ergeben. Die Columne C enthält die zu 10 Grm. der untersuchten Lösung verbrauchte Anzahl Cubikcentimeter Titrirflüssigkeit, M die Anzahl der Gramme wasserfreier Substanz, welche in 100 Grm. Wasser gelöst sind, T den Gefrierpunkt, S die Anzahl Gramme wasserhaltiger Verbindung, welche in 100 Grm. Wasser gelöst sind und für welche die erwähnte Proportionalität stattfindet, wie dieſs aus dem Quotient $\frac{T}{S}$ hervorgeht.

Chlorwasserstoffsäure.

	HCl			HCl + 12 HO	
C	M	T	$\frac{T}{M}$	S	$\frac{T}{S}$
4,9	1,770	— 1°,9 C.	— 1°,073	7,620	— 0°,250
9,5	3,490	— 4 ,0	— 1 ,146	15,889	— 0 ,251
11,1	4,222	— 4 ,75	— 1 ,125	19,103	— 0 ,249
14,2	5,308	— 6 ,5	— 1 ,223	25,824	— 0 ,253
15,25	5,894	— 7 ,05	— 1 ,198	28,384	— 0 ,250
19,1	7,273	— 9 ,6	— 1 ,320	38,025	— 0 ,252
23,7	9,185	—13 ,05	— 1 ,421	52,083	— 0 ,251
				Mittel	— 0°,251

Um zu zeigen, in wie weit die Beobachtungen genau sind und dafs die fragliche Proportionalität nur unter der Annahme richtig ist, dafs die HCl mit 12 Aeq. Wasser verbunden sich in der Lösung befindet, habe ich in der folgenden Tabelle die Beobachtungen unter der Annahme berechnet, dafs in der Lösung eine Verbindung HCl + 11 HO oder HCl + 13 HO sey. Die Quotienten $\frac{T}{S_{11}}$ zeigen eine zunehmende, $\frac{T}{S_{12}}$ eine abnehmende Reihe, wohingegen die Quotienten $\frac{T}{S}$ der obigen Tabelle um ein Mittel schwanken.

HCl + 11 HO			HCl + 13 HO	
S_{11}	T	$\frac{T}{S_{11}}$	S_{13}	$\frac{T}{S_{13}}$
7,112	— 1°,9 C.	— 0°,267	8,133	— 0°,234
14,774	— 4 ,0	— 0 ,271	17,073	— 0 ,234
17,703	— 4 ,75	— 0 ,269	20,538	— 0 ,231
23,825	— 6 ,5	— 0 ,272	28,000	— 0 ,232

Salpetersäure.

NO^5				NO^5+10HO	
C	M	T	$\frac{T}{M}$	S	$\frac{T}{S}$
4,5	2,490	— 1°,6 C.	— 0°,642	6,929	— 0°,231
12,8	7,432	— 5 ,25	— 0 ,706	22,720	— 0 ,231
16,8	9,980	— 7 ,3	— 0 ,731	31,912	— 0 ,229
20,0	12,107	— 9 ,25	— 0 ,764	40,449	— 0 ,229
				Mittel	— 0°,230

Natron.

NaO				NaO+4HO	
C	M	T	$\frac{T}{M}$	S	$\frac{T}{S}$
3,3	1,033	— 1°,15 C.	— 1°,113	2,260	— 0°,508
5,1	1,607	— 1 ,8	— 1 ,124	3,538	— 0 ,508
11,8	3,794	— 4 ,3	— 1 ,131	8,585	— 0 ,501
16,5	5,392	— 6 ,25	— 1 ,163	12,428	— 0 ,503
17,5	5,740	— 6 ,85	— 1 ,201	13,282	— 0 ,517
23,5	7,858	— 9 ,6	— 1 ,223	18,699	— 0 ,513
				Mittel	— 0°,509

Kali.

KO				KO+5HO	
C	M	T	$\frac{T}{M}$	S	$\frac{T}{S}$
4,1	1,975	— 1°,45 C.	— 0°,734	3,924	— 0°,395
6,8	3,310	— 2 ,55	— 0 ,772	6,681	— 0 ,382
11,2	5,582	— 4 ,50	— 0 ,806	11,502	— 0 ,390
11,6	5,798	— 4 ,75	— 0 ,818	11,966	— 0 ,397
15,2	7,730	— 6 ,6	— 0 ,853	16,282	— 0 ,404
				Mittel	— 0°,394

Ammoniak.

NH^4O				NH^4O+2HO	
C	M	T	$\frac{T}{M}$	S	$\frac{T}{S}$
9,3	2,483	— 1°,8 C.	— 0,°725	4,266	— 0°,421
15,7	4,258	— 3 ,15	— 0 ,740	7,410	— 0 ,425
20,6	5,662	— 4 ,25	— 0 ,751	10,016	— 0 ,424
32,4	9,205	— 7 ,0	— 0 ,760	16,620	— 0 ,421
				Mittel	— 0°,423

7. Bezeichnen wir mit S die Menge der Verbindung, welche in 100 Grm. Wasser gelöst ist und auf den Gefrierpunkt desselben erniedrigend einwirkt, mit E den durch dieselbe bewirkte Erniedrigung des Gefrierpunkts, so drücken folgende Gleichungen die Beziehung zwischen E und S aus:

Schwefelsaures Kali KO, SO^3	$E = -0{,}201\ S$
Schwefelsaures Natron NaO, SO^3 . .	$E = -0{,}297\ S$
Bromkalium KBr	$E = -0{,}292\ S$
Iodkalium KJ	$E = -0{,}212\ S$
Bromnatrium $NaBr + 8HO$	$E = -0{,}189\ S$
Iodnatrium $NaJ + 8HO$	$E = -0{,}152\ S$
Manganchlorür $MnCl + 12HO$ . . .	$E = -0{,}138\ S$
Kupferchlorid $CuCl + 12HO$	$E = -0{,}127\ S$
Chlorkupferchlorammon $CuCl$, $AmmCl + 4HO$	$E = -0{,}373\ S$

Bei einigen Verbindungen ist der Gehalt an Krystallwasser, mit dem Wassergehalt, mit welchem nach den obigen Versuchen die Substanz sich in der Lösung verbunden befindet, übereinstimmend. So wissen wir z. B. aus den Beobachtungen von Lowitz [1]) und Walter [2]), dafs aus einer concentrirten Lösung von Aetzkali dieses mit 5 Aeq. Wasser krystallisirt. Mit einer gleichen Anzahl von Wasseräquivalenten ist dasselbe auch nach den obigen Versuchen selbst in den verdünntern Lösungen verbunden. Ein Gleiches ist der Fall beim Kochsalz unter — 9° C., beim Chlorcalcium etc. Bei andern ist der Wassergehalt, mit welchem die Substanz in der Lösung verbunden ist, ein einfaches Multiplum von der Menge des sogenannten Krystallwassers. Andere Salze, welche wir mit Krystallwasser verbunden kennen, wirken in wässeriger Lösung doch nur durch ihren Gehalt an wasserfreier Verbindung auf den Gefrierpunkt des Lösungswassers, und dieses ist selbst bei Salzen der Fall, welche wir wie kohlensaures Kali, salpetersauren Kalk wegen ihrer grofsen Begierde, mit welcher sie Wasser anziehen, zerfliefsliche nennen. Selbst von diesen Salzen glaube ich, dafs sie als wasserfreie Salze gelöst seyn.

9. Von Kochsalzlösungen habe ich früher [3]) nachgewiesen, dafs bei einer bestimmten Temperatur sich die Constitution der Lösung ändert, dafs dasselbe von — 9° C. an als wasserhaltige Verbindungen gelöst ist. Ob indessen die Temperatur das einzig Bedingende für die Constitution der Lösung ist, oder ob nicht zugleich die Concentration der Lösung hierbei mitwirkt, oder ob gar diese den wesentlichsten Einfluſs übt, darüber geben uns die Versuche mit dem Kochsalz keinen Aufschluſs; da sich nur die salzreichern Lösungen unter — 9° C. abkühlen lassen, so wäre es denkbar, dafs eben diese concentrirteren Lösungen auch schon bei gewöhnlicher Temperatur eine andere Constitu-

1) Crell, chem. Annalen 1796, I. 306.
2) Pogg. Ann. Bd. XXXIX, S. 192.
3) Pogg. Ann. Bd. CXIV S. 77.

tion hätten als die weniger salzreichen. Wenn ich
nicht der Ansicht bin, dafs dieses beim Kochsalz der
ist, so beweist doch folgender Versuch, dafs die Con
tration einen Einfluſs auf die Constitution der Lösung
ben kann. Bekanntlich geht die blaue Farbe einer Lö
von Kupferchlorid bei zunehmender Concentration p
lich in Grün über und man hat hieraus schon lange
muthet, dafs hier eine Veränderung in der Constitution
Lösung eintrete. An einem directen Beweise und
Angabe über die Quantität dieser Veränderung fehlt es
jetzt völlig. Die Versuche über das Gefrieren der Lö
gen von Kupferchlorid liefern nicht nur den directen
weis für eine solche Veränderung, sondern sie zeigen
ganz entschieden, dafs in den blauen Lösungen ein
Cu Cl+12 HO, dagegen in den Grünen ein Salz Cu Cl+4
gelöst ist, welche letztere Verbindung auch aus einer
centrirten Lösung von Kupferchlorid krystallisirt.

M	T	S_{12}	$\frac{T}{S_{12}}$	S_4	$\frac{T}{S_4}$
20,70	—10°,0 C.	80,872	—0°,124	35,754	—0°,280
22,45	—10 ,95	91,568	—0 ,118	39,190	—0 ,280
24,04	—12 ,05	102,137	—0 ,118	42,376	—0 ,284
25,46	—12 ,85	112,348	—0 ,114	45,274	—0 ,284
26,04	—13 ,1	119,309	—0 ,110	46,472	—0 ,282
28,46	—14 ,55	138,380	—0 ,105	51,566	—0 ,282
33,00	—17 ,4	183,19	—0 ,095	61,561	—0 ,282
33,88	—18 ,15	193,919	—0 ,093	63,570	—0 ,285

Man sieht, dafs die erwähnte Proportionalität bei dem ersten Theil der Lösung nur stattfindet, wenn man das Salz CuCl + 12 HO, bei dem zweiten Theil, wenn man das Salz CuCl + 4 HO in der Lösung annimmt. Beide Lösungen sind aber durch die Farbe scharf von einander unterschieden, die ersteren sind blau, die letzteren grün. Es spricht wohl der Farbenwechsel, welcher bei zunehmender Concentration eintritt, dafür dafs eine Veränderung in der Constitution der Lösungen auch schon bei gewöhnlicher Temperatur vor sich geht und dafs diese nicht erst durch eine Temperaturveränderung hervorgerufen wird.

Hiernach ist es mir durchaus nicht zweifelhaft, dafs uns die Versuche über den Einfluſs der Salze und anderer Verbindungen auf die Erniedrigung des Gefrierpunktes ihres Lösungswassers ein Mittel bieten, um über die Constitution der Lösungen einigen Aufschluſs zu erlangen.

Weiter oben habe ich die Beobachtungen über das Gefrieren der Lösungen von Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure mitgetheilt und daraus geschlossen, dafs die ersten beiden mit 10 die letzten mit 12 Aeq. Wasser verbunden gelöst sey. Ich lege kein Gewicht auf die anderweitig bekannnte Thatsache, dafs wässerige Salzsäure längere Zeit der Luft ausgesetzt eine Zusammensetzung hat, welche der Formel HCl + 12 HO sehr nahe entspricht. Durch die Untersuchung von Roscoe und Dittmar[1]) ist

1) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. CXII S. 327.

erwiesen, dafs dieses relative Verhältnifs kein constantes, sondern ein vom Druck abhängiges ist. Nur auf einen Umstand möchte ich hier noch aufmerksam machen. Aus den Untersuchungen über das elektrische Leitungsvermögen der Flüssigkeiten geht hervor, dafs sowohl Wasser als auch wasserfreie Schwefelsäure sehr schlechte Leiter des elektrischen Stromes sind, dafs aus der Verbindung beider ein guter Leiter entsteht, dafs aber keineswegs das erste oder zweite Hydrat der Schwefelsäure ein Minimum des Widerstandes zeigt, sondern dafs dieses nach den Untersuchungen von Wiedemann [1]) für eine Säure der Fall ist, welche in 100 Grm. Wasser 45,8 Grm. SO^3 gelöst enthält, eine solche Säure entspricht aber fast genau der Formel $SO^3 + 10\,HO$. Ob diese Uebereinstimmung eine zufällige ist, läfst sich bis jetzt nicht entscheiden, jedoch hoffe ich durch einige Versuche hierüber Aufschlufs zu erlangen.

1) Lehre vom Galvanismus S. 108.

IV. *Ueber die Anwendung des Satzes von der Aequivalenz der Verwandlungen auf die innere Arbeit; von R. Clausius.*

(Vorgetragen in der Züricher naturforschenden Gesellschaft am 27. Januar 1862.)

In einer im Jahre 1854 veröffentlichten Abhandlung [1]), welche den Zweck hatte, meinen früher veröffentlichten Entwicklungen eine etwas einfachere Gestalt zu geben, habe ich aus dem von mir aufgestellten Grundsatze, *dafs die Wärme nicht von selbst aus einem kälteren in einen wärmeren Körper übergehen kann*, einen Satz abgeleitet, welcher mit dem zuerst von S. Carnot aus anderen, auf den älteren Ansichten über die Wärme beruhenden Betrachtungen abgeleiteten Satze in nahem Zusammenhange steht, aber nicht ganz mit übereinstimmt. Er bezieht sich auf die Umstände, unter welchen sich Arbeit in Wärme und umgekehrt Wärme in Arbeit verwandeln kann, und ich habe ihn den *Satz von der Aequivalenz der Verwandlungen* genannt. Ich habe aber dort nicht den ganzen Satz in der allgemeinen Form, in welcher ich ihn mir entwickelt hatte, mitgetheilt, sondern habe mich bei jener Veröffentlichung auf einen Theil beschränkt, welcher sich getrennt darstellen, und mit gröfserer Sicherheit beweisen läfst, als der übrige Theil.

Es wird nämlich bei einer Zustandsänderung eines Körpers im Allgemeinen gleichzeitig *äufsere* und *innere* Arbeit gethan, von denen die erstere sich auf die Kräfte bezieht, welche fremde Körper auf den betrachteten Körper ausüben, und die letztere auf die Kräfte, welche die Bestandtheile des betrachteten Körpers selbst auf einander ausüben. Die innere Arbeit ist meistens so wenig bekannt, und mit einer anderen ebenfalls unbekannten Gröfse in solcher

1) Ueber eine veränderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie. Diese Ann. Bd. XCIII S. 481; *Liouville, Journ. T. XX p.* 63; *Phil. Mag. S. IV V. XII p.* 81.

Weise verbunden, dafs man sich bei ihrer Behandlung einigermafsen von Wahrscheinlichkeitsgründen leiten lassen mufs, während die äufsere Arbeit der unmittelbaren Beobachtung und Messung zugänglich ist, und eine strengere Behandlung zuläfst. Da ich nun in meiner früheren Veröffentlichung alles Hypothetische zu vermeiden wünschte, so schlofs ich die innere Arbeit ganz davon aus, was dadurch geschehen konnte, dafs ich mich auf die Betrachtung von *Kreisprocessen* beschränkte, d. h. von Vorgängen, bei denen die Veränderungen, welche der Körper erleidet, so angeordnet sind, dafs der Körper schliefslich wieder in seinen Anfangszustand zurückkommt. Bei einem solchen Vorgange heben sich nämlich die inneren Arbeitsgröfsen, welche bei den einzelnen Veränderungen gethan werden, und welche theils positiv, theils negativ sind, gegenseitig auf, so dafs nur die äufsere Arbeit übrig bleibt, und für diese läfst sich dann der fragliche Satz mit mathematischer Strenge aus dem oben

als richtig anzuerkennen, dadurch die in meiner früheren Abhandlung enthaltenen Schlüsse, welche sich auf Kreisprocesse beziehen, ihre Gültigkeit nicht verlieren würden.

§. 1. Ich will damit beginnen, den Satz von der Aequivalenz der Verwandlungen, so wie ich ihn früher entwickelt habe, noch einmal kurz anzuführen, um daran das Folgende anknüpfen zu können.

Wenn ein Körper einen Kreisprocefs durchmacht, so kann dabei eine gewisse äufsere Arbeit gewonnen werden, wofür dann gleichzeitig eine gewisse Wärmemenge verloren geht, oder es kann umgekehrt Arbeit verbraucht, und dafür Wärme gewonnen werden. Dieses läfst sich so ausdrücken: *es kann durch den Kreisprocefs Wärme in Arbeit oder Arbeit in Wärme verwandelt werden.*

Ferner kann der Kreisprocefs noch eine andere Wirkung haben, nämlich die, dafs Wärme aus einem Körper in einen anderen übertragen wird, indem der veränderliche Körper von dem einen Körper Wärme aufnimmt, und an den anderen Wärme abgiebt. Hierbei sind die Körper, zwischen denen der Wärmeübergang stattfindet, nur als Wärmereservoire anzusehen, von denen weiter nichts bekannt zu seyn braucht, als ihre Temperaturen. Wenn die Temperaturen dieser beiden Körper verschieden sind, so findet je nach der Richtung der Uebertragung ein Wärmeübergang aus einem wärmeren in einen kälteren oder aus einem kälteren in einen wärmeren Körper statt. Einen solchen Wärmeübergang kann man der Gleichförmigkeit wegen auch als eine *Verwandlung* bezeichnen, indem man sagt, *es sey Wärme von der einen Temperatur in Wärme von der anderen Temperatur verwandelt.*

Die beiden erwähnten Arten von Verwandlungen stehen nun unter einander in einem gewissen Zusammenhange, so dafs sie sich gegenseitig bedingen, und die eine die andere ersetzen kann. Nennt man solche Verwandlungen, welche einander ersetzen können, *äquivalent*, und sucht die mathematischen Ausdrücke, welche die Gröfse der Verwandlungen in der Weise bestimmen, dafs äquivalente Ver-

wandlungen gleich grofs werden, so findet man folgende
Wenn die Wärmemenge Q von der Temperatur t aus Arbeit entsteht, so hat diese Verwandlung den Aequivalenzwerth

$$\frac{Q}{T},$$

und wenn die Wärmemenge Q aus einem Körper von der Temperatur t_1 in einen anderen von der Temperatnr t_2 übergeht, so hat diese Verwandlung den Aequivalenzwerth:

$$Q\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right),$$

worin T eine Function der Temperatur ist, welche von der Art des Processes, durch den die Verwandlung geschieht, unabhängig ist, und T_1 und T_2 die Werthe der Function bedeuten, welche den Temperaturen t_1 und t_2 entsprechen. Durch eine besondere Betrachtung habe ich gezeigt, dafs T sehr wahrscheinlich nichts weiter ist, als die *absolute Temperatur*.

denen der negativen seyn, so dafs die algebraische Summe aller Aequivalenzwerthe Null wird. Ist der Kreisprocefs *nicht umkehrbar*, so brauchen die Aequivalenzwerthe der positiven und negativen Verwandlungen nicht gleich zu seyn, aber der Unterschied kann nur in dem Sinne stattfinden, dafs die positiven überwiegen. Man kann daher den für die Aequivalenzwerthe der Verwandlungen geltenden Satz so aussprechen: *die algebraische Summe aller in einem Kreisprocesse vorkommenden Verwandlungen kann nur positiv oder als Gränzfall Null seyn.*

Der mathematische Ausdruck dieses Satzes ist folgender. Sey dQ das Element der von dem Körper während seiner Veränderungen an irgend ein Wärmereservoir abgegebenen Wärme (wobei eine Wärmemenge, welche er einem Reservoir entzieht, negativ gerechnet wird) und T die absolute Temperatur, welche der Körper im Momente der Abgabe hat, so mufs für jeden umkehrbaren Kreisprocefs die Gleichung:

$$(\mathrm{I}) \quad \int \frac{dQ}{T} = 0,$$

und für jeden überhaupt möglichen Kreisprocefs die Beziehung:

$$(\mathrm{I}_a) \quad \int \frac{dQ}{T} \geqq 0$$

gelten.

§. 2. Obwohl sich die Nothwendigkeit dieses Satzes unter Voraussetzung des oben erwähnten Grundsatzes streng mathematisch beweisen läfst, so behält der Satz dadurch doch eine abstracte Form, in welcher er dem Verständnisse schwer zugänglich ist, und man fühlt sich gedrungen nach der eigentlichen physikalischen Ursache zu fragen, welche diesen Satz zur Folge hat. Da ferner die innere und äufsere Arbeit nicht wesentlich von einander verschieden sind, so kann man fast mit Sicherheit annehmen, dafs ein Satz, welcher für die äufsere Arbeit in so allgemeiner Weise gültig ist, nicht auf diese allein beschränkt seyn kann, sondern in solchen Fällen, wo die äufsere Arbeit mit innerer

Arbeit verbunden ist, auf die letztere ebenfalls Anwendung finden mufs.

Durch Betrachtungen dieser Art bin ich schon bei meinen ersten Untersuchungen über die mechanische Wärmetheorie dahin geführt, ein allgemeines Gesetz über die Abhängigkeit der wirksamen Kraft der Wärme von der Temperatur anzunehmen, welches den Satz von der Aequivalenz der Verwandlungen in seiner vollständigeren Form zur unmittelbaren Folge hat, und zugleich zu andern wichtigen Schlüssen Veranlassung giebt. Ich will das Gesetz sofort anführen, und seinen Sinn durch einige hinzugefügte Erläuterungen klar zu machen suchen, indem die Gründe, welche für seine Richtigkeit sprechen, soweit sie nicht schon durch seine innere Wahrscheinlichkeit unmittelbar gegeben sind, im Verlaufe der Abhandlung nach und nach hervortreten werden. Es lautet:

In allen Fällen, wo die in einem Körper enthaltene Wärme

Wirkungen sind, ist der, dafs bei der Berührung zweier verschiedenartiger Stoffe durch die Wärme Elektricität von dem einen Stoffe zum anderen getrieben wird, worauf die Entstehung der thermoelektrischen Ströme beruht.

In den zuerst erwähnten Fällen wird die Anordnung der Molecüle geändert. Da die Molecüle, auch während der Körper sich in einem stationären Zustande befindet, keine festen, unveränderlichen Lagen haben, sondern stets in mehr oder weniger ausgedehnten Bewegungen begriffen sind, so kann man sich, wenn von der *Anordnung der Molecüle* zu irgend einer Zeit die Rede ist, entweder eine solche Anordnung denken, die man erhält, wenn man jedes Molecül in der Lage nimmt, welche es in einem bestimmten Momente gerade hat, oder eine solche, bei der jedes Molecül in einer mittleren Lage angenommen ist. Die Wirkung der Wärme geht nun immer dahin, den unter den Molecülen stattfindenden Zusammenhang zu vermindern, und wenn dieser gelöst ist, die mittleren Entfernungen der Molecüle zu vergröfsern. Um dieses mathematisch ausdrücken zu können, wollen wir den Grad der Zertheilung des Körpers durch eine neu einzuführende Gröfse darstellen, welche wir die *Disgregation* des Körpers nennen wollen, und mit Hülfe deren wir die Wirkung der Wärme einfach dahin definiren können, *dafs sie die Disgregation zu vermehren sucht.* Wie man für diese Gröfse ein bestimmtes Maafs gewinnen kann, wird sich im Folgenden ergeben.

Was den zuletzt erwähnten Fall anbetrifft, so wird in diesem die Anordnung der Elektricität geändert, eine Aenderung, welche sich in entsprechender Weise darstellen und in Rechnung bringen läfst, wie die Aenderung in der Lage der Molecüle, und welche wir uns, wo sie vorkommt, immer in dem allgemeinen Ausdrucke *Anordnungsänderung* oder *Aenderung der Disgregation* mit einbegriffen denken wollen.

Es versteht sich von selbst, dafs jede der genannten Veränderungen auch im umgekehrten Sinne stattfinden kann,

wenn die Wirkung der Gegenkräfte stärker ist, als die der Wärme. Ebenso wird als selbstverständlich angenommen, dafs zur Hervorbringung von Arbeit stets eine entsprechende Menge Wärme verbraucht, und umgekehrt durch Verbrauch von Arbeit ebenso viel Wärme erzeugt wird.

§. 3. Wenn wir nun die einzelnen vorkommenden Fälle in Bezug auf die bei ihnen wirkenden Kräfte näher betrachten, so bietet sich zunächst als besonders einfach die Ausdehnung eines permanenten Gases dar. Man kann aus gewissen Eigenschaften der Gase schliefsen, dafs bei ihnen die gegenseitige Anziehung der Molecüle in ihren mittleren Entfernungen sehr gering ist, und daher der Ausdehnung des Gases nur einen sehr kleinen Widerstand entgegensetzt, so dafs der Widerstand, welchen die Wände des einschliefsenden Gefäfses leisten, fast der ganzen Wirkung der Wärme das Gleichgewicht halten mufs. Demnach bildet der äufserlich wahrnehmbare Druck des Gases

gleichzeitig Aenderungen in der Anordnung der Molecüle verbunden sind, die durch die Wärme hervorgerufene Spannungsdifferenz der absoluten Temperatur proportional seyn mufs, wie es das obige Gesetz erfordert.

In den übrigen erwähnten und in den meisten anderen Fällen sind die Verhältnisse weniger einfach, weil bei ihnen die Kräfte, welche die Molecüle auf einander ausüben, eine wesentliche Rolle spielen, und diese Kräfte bis jetzt noch ganz unbekannt sind. So viel ergiebt sich allerdings schon aus der blofsen Betrachtung der äufseren Widerstände, welche die Wärme überwinden kann, dafs die Kraft der Wärme im Allgemeinen mit der Temperatur zunimmt. Will man z. B. die Ausdehnung eines Körpers durch einen äufseren Druck verhindern, so mufs man dazu einen um so gröfsern Druck anwenden, je weiter man den Körper erwärmt, und man kann daher, auch ohne die innere Kräfte zu kennen, schliefsen, dafs der Gesammtwerth der Widerstände, welche bei der Ausdehnung überwunden werden können, mit der Temperatur wächst. Ob er aber gerade in dem Verhältnisse wächst, wie das obige Gesetz es verlangt, läfst sich ohne Kenntnifs der inneren Kräfte nicht direct nachweisen. Dagegen kann man umgekehrt jenen Satz, wenn man ihn als anderweitig bewiesen ansieht, dazu anwenden, die von den inneren Kräften geleisteten Widerstände zu bestimmen.

Die Kräfte, welche die Molecüle auf einander ausüben, sind nicht von so einfacher Art, dafs man jedes Molecül durch einen blofsen anziehenden Punkt ersetzen könnte, denn es kommen viele Fälle vor, welche deutlich erkennen lassen, dafs es nicht blofs auf die Entfernung der Molecüle, sondern auch auf ihre sonstige Lage zu einander ankommt. Betrachten wir z. B. das Schmelzen des Eises, so werden dabei unzweifelhaft innere Kräfte, welche die Molecüle auf einander ausüben, überwunden, und es findet also eine Vermehrung der Disgregation statt, und doch sind die Schwerpunkte der Molecüle im flüssigen Wasser durchschnittlich weniger weit von einander entfernt, als im Eise, da das

Wasser eine gröfsere Dichtigkeit hat. Auch das eigenthümliche Verhalten des Wassers, dafs es sich, wenn man es von 0° an erwärmt, zusammenzieht, und erst über 4° anfängt sich auszudehnen, zeigt, dafs auch im flüssigen Wasser in der Nähe des Schmelzpunktes die Vermehrung der Disgregation nicht mit Vergröfserung der mittleren Entfernungen der Molecüle verbunden ist.

Es würde daher bei den inneren Kräften, selbst wenn man sie nicht messen, sondern nur mathematisch ausdrücken wollte, schwer seyn, einen passenden Ausdruck, welcher eine einfache Gröfsenbestimmung zuläfst, für sie zu finden. Diese Schwierigkeit fällt aber fort, wenn man nicht die Kräfte selbst, sondern die *mechanische Arbeit*, welche bei irgend einer Anordnungsänderung zu ihrer Ueberwindung erfoderlich ist, in Rechnung bringen will. Die Ausdrücke der Arbeitsgröfsen sind einfacher, als diejenigen der betreffenden Kräfte, indem die Arbeitsgröfsen sich sämmtlich ohne

sehr verschieden seyn können, so kann es seyn, dafs die Wärme, indem sie eine Anordnungsänderung bewirkt, nicht den vollen Widerstand zu überwinden hat, den sie möglicher Weise überwinden könnte. Ein bekanntes oft besprochenes Beispiel hierzu bildet die Ausdehnung eines Gases, wenn sie nicht in der Weise stattfindet, dafs das Gas dabei einen seiner Expansivkraft gleichen Gegendruck zu überwinden hat, sondern etwa dadurch veranlafst wird, dafs der mit dem Gase gefüllte Raum mit einem anderen Raume in Verbindung gesetzt wird, welcher leer ist, oder Gas von geringerem Drucke enthält. In solchen Fällen mufs natürlich, um die Kraft der Wärme zu bestimmen, nicht der Widerstand betrachtet werden, welcher wirklich überwunden wird, sondern der, welcher überwunden werden kann.

Auch bei Anordnungsänderungen von der entgegengesetzten Art, bei denen die Wirkung der Wärme durch die Gegenkräfte überwunden wird, kann ein ähnlicher Unterschied vorkommen: hier aber nur in dem Sinne, dafs der Gesammtwerth der Kräfte, welche die Wirkung der Wärme überwinden, wohl gröfser seyn kann, als die wirksame Kraft der Wärme, aber nicht kleiner.

Man kann die Fälle, bei denen ein solcher Unterschied vorkommt, auf folgende Art charakterisiren. Wenn die Anordnungsänderung in der Weise stattfindet, dafs dabei Kraft und Gegenkraft gleich sind, so kann unter dem Einflusse derselben Kräfte die Aenderung auch im umgekehrten Sinne geschehen. Wenn aber eine Aenderung so stattfindet, dafs dabei die überwindende Kraft gröfser ist, als die überwundene, so kann unter dem Einflusse derselben Kräfte die Veränderung nicht im umgekehrten Sinne geschehen. Im ersten Falle sagen wir, die Veränderung habe in *umkehrbarer* Weise stattgefunden, im letzteren, sie habe in *nicht umkehrbarer* Weise stattgefunden.

Streng genommen mufs die überwindende Kraft immer stärker seyn, als die überwundene; da aber der Kraftüberschufs keine bestimmte Gröfse zu haben braucht, so kann man ihn sich immer kleiner und kleiner werdend denken,

so dafs er sich dem Werthe Null bis zu jedem beliebigen Grade nähert. Man sieht daraus, dafs der Fall, wo die Veränderung in umkehrbarer Weise stattfindet, ein Gränzfall ist, den man zwar nie vollständig erreichen, dem man sich aber beliebig nähern kann. Man kann daher bei theoretischen Betrachtungen von diesem Falle noch als von einem wirklich ausführbaren sprechen, und er spielt als Gränzfall sogar eine besonders wichtige Rolle in der Theorie.

Ich will bei dieser Gelegenheit gleich noch einen anderen Vorgang erwähnen, bei welchem jener Unterschied ebenfalls vorkommt. Wenn ein Körper einem anderen durch Leitung oder Strahlung Wärme abgeben soll, (worunter im Falle der Strahlung, wo gegenseitige Mittheilung stattfindet, verstanden ist, dafs der eine Körper dem anderen mehr Wärme mittheilt, als er von ihm empfängt), so mufs der abgebende Körper wärmer seyn, als der aufnehmende, und es kann daher zwischen zwei Körpern von verschiedenen

Es sey angenommen, dafs der Körper irgend eine unendlich kleine Zustandsänderung erleide, wobei sowohl die in ihm enthaltene Wärmemenge, als auch die Anordnung seiner Bestandtheile sich ändern kann. Die in ihm enthaltene Wärmemenge sey mit H und die Aenderung dieser Gröfse mit dH bezeichnet. Die bei der Anordnungsänderung von der Wärme gethane Arbeit, und zwar die innere und äufsere Arbeit zusammen, heifse dL, welche Gröfse positiv oder negativ seyn kann, je nachdem die wirksame Kraft der Wärme die ihr entgegenwirkenden Kräfte überwindet, oder von ihnen überwunden wird. Die zu dieser Arbeit verbrauchte Wärme erhalten wir, wenn wir die Arbeit mit dem Wärmeäquivalent für die Einheit der Arbeit, welches A heifsen möge, multipliciren; sie ist also AdL.

Die Summe $dH + AdL$ ist die Wärmemenge, welche der Körper während der Zustandsänderung von Aufsen empfangen, also einem anderen Körper entziehen mufs. Da wir nun früher eine unendlich kleine Wärmemenge, welche der veränderliche Körper einem anderen mittheilt, mit dQ bezeichnet haben, so müssen wir entsprechend die Wärmemenge, welche er einem anderen Körper entzieht, mit $-dQ$ bezeichnen, und erhalten somit die Gleichung:

$$-dQ = dH + AdL$$

oder:

$$(1)\quad dQ + dH + AdL = o\ ^{1}).$$

Um nun auch die Disgregation in die Formeln einführen

1) In meinen früheren Abhandlungen habe ich die *innere* und *äufsere* Arbeit, welche bei der Zustandsänderung des Körpers von der Wärme gethan wird, von einander getrennt. Sey die erstere mit dJ und die letztere dW bezeichnet, so lautet die obige Gleichung (1):

$$(a)\quad dQ + dH + AdJ + AdW = o.$$

Da nun die bei einer Zustandsänderung stattfindende Vermehrung der im Körper wirklich vorhandenen Wärme und die zu innerer Arbeit verbrauchte Wärme Gröfsen sind, von denen wir gewöhnlich nicht die einzelnen Werthe, sondern nur ihre Summe kennen, und welche sich darin gleich verhalten, dafs sie vollständig bestimmt sind, sobald der Anfangs- und Endzustand des Körpers gegeben ist, ohne dafs die Art, wie der Körper aus dem einen in den anderen gekommen ist, bekannt zu seyn braucht, so habe ich es für zweckmäfsig gehalten, eine Function einzu-

zu können, müssen wir zunächst feststellen, wie wir dieselbe als mathematische Gröfse bestimmen wollen.

Die Disgregation soll, wie in §. 2 angegeben wurde, den Grad der Zertheilung des Körpers darstellen. So ist z. B. die Disgregation eines Körpers im flüssigen Zustande gröfser, als im festen, und im luftförmigen Zustande gröfser, als im flüssigen. Wenn ferner von einer gegebenen Quantität eines Stoffes ein Theil fest und der andere flüssig ist, so ist die Disgregation um so gröfser, je mehr von der ganzen Masse flüssig ist, und ebenso, wenn ein Theil flüssig und der andere luftförmig ist, so ist die Disgregation um so gröfser, je gröfser der luftförmige Theil ist. Die Disgregation eines Körpers ist vollständig bestimmt, wenn die Anordnung seiner Bestandtheile gegeben ist; dagegen kann man nicht umgekehrt sagen, dafs auch die Anordnung seiner

führen, welche die Summe dieser beiden Gröfsen darstellt, und welche ich mit U bezeichnet habe. Danach ist:

Bestandtheile vollständig bestimmt sey, wenn die Gröfse der Disgregation gegeben ist. So kann z. B. bei einer gegebenen Menge eines Stoffes, wenn ein Theil derselben fest und der andere luftförmig ist, die Disgregation eben so grofs seyn, als wenn die ganze Menge flüssig wäre.

Wir wollen uns nun denken, dafs der Körper unter Mitwirkung der Wärme seinen Zustand ändere, wobei wir uns vorläufig auf solche Zustandsänderungen beschränken wollen, welche in stetiger und umkehrbarer Weise geschehen können, und zugleich annehmen wollen, dafs der Körper in allen seinen Theilen gleiche Temperatur habe. Da die Vermehrung der Disgregation die Wirkung ist, durch welche die Wärme Arbeit leistet, so mufs die Gröfse der Arbeit zur Gröfse der Disgregationsvermehrung in bestimmter Beziehung stehen, und wir wollen die noch willkürliche Gröfsenbestimmung der Disgregation dahin festsetzen, dafs bei einer gegebenen Temperatur die Disgregationsvermehrung der Arbeit, welche die Wärme dabei thun kann, proportional wird. Was ferner den Einflufs der Temperatur betrifft, so wird dieser durch das obige Gesetz bestimmt. Es mufs nämlich, wenn dieselbe Disgregationsänderung bei verschiedenen Temperaturen geschieht, die betreffende Arbeit der absoluten Temperatur proportional seyn. Sey demnach Z die Disgregation des Körpers und dZ eine unendlich kleine Aenderung derselben, und dL die dazu gehörige unendlich kleine Arbeit, so kann man setzen:

$$dL = KT\,dZ$$

oder:

$$dZ = \frac{dL}{KT},$$

worin K eine Constante ist, welche von der noch unbestimmt gelassenen Maafseinheit abhängt, nach welcher Z gemessen werden soll. Wir wollen diese Maafseinheit so wählen, dafs $K = \frac{1}{A}$ wird, und die Gleichung lautet:

$$(2)\quad dZ = \frac{A\,dL}{T}.$$

Denken wir uns dieses von irgend einem Anfangszustande an, bei welchem Z den Werth Z_0 hat, integrirt, so kommt:

$$(3) \quad Z = Z_0 + A\int\frac{dL}{T}.$$

Hierdurch ist die Gröfse Z bis auf eine von dem gewählten Anfangszustande abhängige Constante bestimmt.

Wenn die Temperatur des Körpers nicht in allen Theilen gleich ist, so kann man sich den Körper in beliebig viele Theile zerlegt denken, und die Elemente dZ und dL in Gleichung (2) auf irgend einen Theil beziehen, und zugleich für T den Werth setzen, welchen die absolute Temperatur dieses Theiles hat. Wenn man dann die Ausdrücke der unendlich kleinen Disgregationsänderungen der einzelnen Theile durch Summation, oder, wenn es unendlich viele Theile seyn sollten, durch Integration vereinigt, so erhält man die auch noch unendlich kleine Disgregationsänderung

die Veränderungen aller Theile umfassen. Dabei ist zu bemerken, dafs solche Fälle, wo ein in sich zusammenhängender Körper an verschiedenen Stellen verschiedene Temperaturen hat, und ein unmittelbarer Wärmeübergang durch Leitung von den wärmeren Stellen zu den kälteren stattfindet, hier vorläufig aufser Acht zu lassen sind, weil ein solcher Wärmeübergang nicht umkehrbar ist, und wir uns für jetzt auf die Betrachtung der umkehrbaren Veränderungen beschränkt haben.

Die Gleichung (II) ist der gesuchte mathematische Ausdruck des obigen Satzes *für alle in umkehrbarer Weise stattfindenden Zustandsänderungen eines Körpers*, wobei es sich von selbst versteht, dafs sie auch gültig bleiben mufs, wenn man statt einer einzelnen Zustandsänderung eine Reihe von auf einander folgenden Zustandsänderungen betrachtet.

§. 6. Die Differentialgleichung (4), aus welcher die Gleichung (II) hervorgegangen ist, hängt zusammen mit einer Differentialgleichung, welche sich aus den schon bisher bekannten Sätzen der mechanischen Wärmetheorie ergiebt, und welche für den speciellen Fall, wo der betrachtete Körper ein vollkommenes Gas ist, ohne Weiteres in (4) übergeht.

Wir wollen annehmen, es sey irgend ein Körper von veränderlichem Volumen gegeben, auf welchen als äufsere Kraft nur ein auf die Oberfläche ausgeübter Druck wirke. Das Volumen, welches er unter diesem Drucke p bei der (vom absoluten Nullpunkte an gezählten) Temperatur T einnimmt, sey v, und es sey vorausgesetzt, dafs durch die Gröfsen T und v der Zustand des Körpers vollständig bestimmt sey. Wenn wir dann die Wärmemenge, welche der Körper aufnehmen mufs, wenn er sich bei constanter Temperatur um dv ausdehnen soll, mit $\frac{dQ}{dv}\,dv$ bezeichnen, (wobei zur bessern Uebereinstimmung mit der Bezeichnungsweise, welche in den in diesem §. vorkommenden Gleichungen sonst üblich ist, der positive Sinn der Wärmemenge anders ge-

wählt ist, als in der Gleichung (4), wo nicht eine vom Körper aufgenommene, sondern eine von ihm abgegebene Wärmemenge positiv gerechnet wurde), so gilt folgende aus der mechanischen Wärmetheorie bekannte Gleichung:

$$\frac{dQ}{dv} = AT\frac{dp}{dT}.$$

Denken wir uns nun, es werde die Temperatur des Körpers um dT und sein Volumen um dv geändert, und nennen die Wärmemenge, welche er dabei aufnimmt, dQ, so können wir schreiben:

$$dQ = \frac{dQ}{dT}dT + \frac{dQ}{dv}dv.$$

Hierin wollen wir für die mit $\frac{dQ}{dT}$ bezeichnete Gröfse, welche die specifische Wärme bei constantem Volumen bedeutet, den Buchstaben c einführen, und für $\frac{dQ}{dv}$ können wir den vorhergegebenen Ausdruck setzen. Dann kommt:

$$\frac{dp}{dT} dv = \frac{R}{v} dv = R d . \log v.$$

Dadurch geht die Gleichung (6) über in:

$$(7) \quad dQ = dH + ART d . \log v.$$

Diese Gleichung stimmt, abgesehen von der Verschiedenheit des Vorzeichens von dQ, welche nur in der veränderten Bezeichnungsweise ihren Grund hat, mit der Gleichung (4) überein, und die dort durch das allgemeine Zeichen Z dargestellte Function hat in diesem speciellen Falle die Form $AR \log v$.

Rankine, welcher über die Verwandlung von Wärme in Arbeit mehrere interessante Abhandlungen geschrieben hat [1]), hat eine entsprechende Umformung der Gleichung (6), wie sie vorher für vollkommene Gase angegeben wurde, auch für andere Körper vorgenommen, indem er, (nur mit etwas anderen Buchstaben), setzt [2]):

$$(8) \quad dQ = k dT + AT dF,$$

worin k die wahre specifische Wärme des Körpers bedeutet, und F eine Gröfse ist, bei deren Bestimmung Rankine vorzugsweise von dem oben erwähnten Umstande geleitet zu seyn scheint, dafs der in Gleichung (6) vorkommende Ausdruck $\frac{dp}{dT} dv$ die mit wachsender Temperatur stattfindende Zunahme der bei einer unendlich kleinen Volumenänderung gethanen äufseren Arbeit darstellt. Rankine definirt die Gröfse F als das Verhältnifs der Veränderung der äufseren Arbeit mit der Temperatur (*the rate of variation of effective work performed with temperature*), und indem er die äufsere Arbeit, welche der Körper thun kann, wenn er bei einer bestimmten Temperatur aus einem gegebenen anderen Zustande in den gegenwärtigen übergeht, mit U bezeichnet, setzt er:

$$(9) \quad F = \frac{dU}{dT}$$

1) S. *Phil. Mag. Ser. IV Vol. V p.* 106; *Edinb. Phil. Journ. new Ser. Vol. II p.* 120; *Manual of the Steam Engine.*

2) *Manual of the Steam Engine p.* 310.

In der gleich darauf folgenden Betrachtung des Falles, wo die äufsere Arbeit nur in der Ueberwindung eines äufseren Druckes besteht, giebt er die Gleichung:

$$U = \int p \, dv,$$

woraus folgt:

$$(10) \quad F = \int \frac{dp}{dT} dv.$$

Die hierin vorkommenden Integrale sind unter Voraussezzung einer constanten Temperatur von einem gegebenen Anfangsvolumen bis zu dem gerade stattfindenden Volumen zu nehmen. Indem er diesen Werth von F in die Gleichung (8) einsetzt, schreibt er dieselbe in folgender Form:

$$(11) \quad dQ = \left(k + AT \int_{\infty}^{v} \frac{d^2p}{dT^2} dv\right) dT + AT \frac{dp}{dT} dv.$$

Weshalb er hier als Anfangsvolumen gerade das unend-

von unterscheidet, wollen wir den im vorigen §. gegebenen Ausdruck von Z etwas umformen.

Nach Gleichung (2) ist:

$$\frac{T}{A}\,dZ = dL$$

Hierin bedeutet dL die bei der unendlich kleinen Zustandsänderung des Körpers gethane innere und äufsere Arbeit zusammen. Die innere Arbeit wollen wir mit dJ bezeichnen, und da J für den Fall, wo der Zustand des Körpers durch seine Temperatur T und sein Volumen v bestimmt wird, als Function dieser beiden Gröfsen zu betrachten ist, so können wir setzen:

$$dJ = \frac{dJ}{dT}\,dT + \frac{dJ}{dv}\,dv.$$

Für die äufsere Arbeit haben wir unter der Voraussetzung, dafs sie nur in der Ueberwindung eines äufseren Druckes besteht, den Ausdruck $p\,dv$. Demnach können wir die obige Gleichung, wenn wir auch das Differential dZ in seine beiden Theile auflösen, so schreiben:

$$\frac{T}{A}\frac{dZ}{dT}dT + \frac{T}{A}\frac{dZ}{dv}dv = \frac{dJ}{dT}dT + \left(\frac{dJ}{dv} + p\right)dv,$$

woraus folgt:

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{T}{A}\dfrac{dZ}{dT} = \dfrac{dJ}{dT} \\ \dfrac{T}{A}\dfrac{dZ}{dv} = \dfrac{dJ}{dv} + p. \end{cases}$$

Wenn wir die erste dieser Gleichungen nach v, und die zweite nach T differentiiren, so erhalten wir:

$$\frac{T}{A}\frac{d^2Z}{dT\,dv} = \frac{d^2J}{dT\,dv}$$

$$\frac{1}{A}\frac{dZ}{dv} + \frac{T}{A}\frac{d^2Z}{dT\,dv} = \frac{d^2J}{dT\,dv} + \frac{dp}{dT}.$$

Durch Subtraction der ersten dieser Gleichungen von der zweiten kommt:

$$\frac{1}{A}\frac{dZ}{dv} = \frac{dp}{dT}.$$

Der Differentialcoëfficient von Z nach v erfüllt also die in

(12) gegebene Bedingung. Zugleich ist durch die erste der Gleichungen (13) auch der Differentialcoëfficient nach T gegeben, und indem wir diese beiden zusammenfassen, erhalten wir die vollständige Differentialgleichung:

$$(14) \quad \frac{1}{A} dZ = \frac{1}{T} \frac{dJ}{dT} dT + \frac{dp}{dT} dv.$$

Diese Gleichung mufs integrirt werden, um die Gröfse $\frac{1}{A} Z$ zu erhalten. Dieses Integral ist, wie man leicht sieht, von dem, welches man erhält, wenn man nur das letzte Glied integrirt, im Allgemeinen um eine Function von T verschieden. Nur, wenn $\frac{dJ}{dT} = o$ ist, woraus dann, damit die vorige Gleichung integrabel sey, folgt, dafs auch $\frac{d^2p}{dT^2} = o$ seyn mufs, sind beide Integrale ohne Weiteres als gleich zu betrachten, ein Fall, welcher bei den vollkommenen Gasen eintritt.

$$(16)\quad \int \frac{dQ + dH}{T} = 0.$$

Damit diese Gleichung mit der Gleichung (I), nämlich:

$$\int \frac{dQ}{T} = 0.$$

übereinstimme, mufs für jeden umkehrbaren Kreisprocefs folgende Gleichung gelten:

$$(III)\quad \int \frac{dH}{T} = 0.$$

Diese Gleichung ist es, welche zu der in der Einleitung erwähnten, von den gewöhnlichen Ansichten abweichenden Folgerung führt. Es läfst sich nämlich beweisen, dafs es für die Richtigkeit, dieser Gleichung *hinreichend* und *nothwendig* ist, folgenden Satz anzunehmen:

Die Menge der in einem Körper wirklich vorhandenen Wärme ist nur von seiner Temperatur und nicht von der Anordnung seiner Bestandtheile abhängig.

Dafs die Annahme dieses Satzes für die Gleichung (III) *hinreichend* ist, ist unmittelbar klar, denn, wenn H eine Function der Temperatur allein ist, so nimmt der Differentialausdruck $\frac{dH}{T}$ die Form $f(T)\,dT$ an, worin $f(T)$ selbstverständlich eine reelle, eindeutige Function ist, und das Integral dieses Ausdruckes mufs, wenn der Anfangs- und Endwerth von T gleich sind, offenbar Null seyn.

Die *Nothwendigkeit* des Satzes läfst sich folgendermafsen beweisen.

Um die Zustandsänderungen auf Aenderungen gewisser Gröfsen zurückführen zu können, wollen wir annehmen, die Art, wie der Körper seinen Zustand ändert, sey nicht vollkommen willkührlich, sondern sey solchen Bedingungen unterworfen, dafs durch die Temperatur und irgend eine zweite von der Temperatur unabhängige Gröfse der Zustand des Körpers bestimmt sey. Diese zweite Gröfse mufs offenbar mit der Anordnung der Bestandtheile zusammenhängen; man kann sich z. B. die Disgregation des Körpers als solche Gröfse denken, es kann aber auch irgend eine

andere von der Anordnung der Bestandtheile abhängige Gröfse seyn. Ein häufig vorkommender und oft besprochener Fall ist der, wo das *Volumen* des Körpers die zweite Gröfse ist, welche man unabhängig von der Temperatur ändern kann, und welche mit der Temperatur zusammen den Zustand des Körpers bestimmt. Wir wollen die zweite Gröfse allgemein mit X bezeichnen, so dafs T und X die beiden Gröfsen sind, von welchen der Zustand des Körpers abhängt.

Da nun die in dem Körper vorhandene Wärmemenge H eine Gröfse ist, die jedenfalls durch den augenblicklichen Zustand des Körpers vollständig bestimmt ist, so mufs sie in diesem Falle, wo der Zustand des Körpers durch die Gröfsen T und X bestimmt wird, eine Function dieser beiden Gröfsen seyn. Demnach können wir das Differential dH in folgender Form schreiben:

$$(17) \quad dH = M\,dT + N\,dX,$$

Durch Ausführung der Differentiationen geht diese Gleichung über in:

$$(21)\quad \frac{1}{T}\frac{dM}{dX} = \frac{1}{T}\frac{dN}{dT} - \frac{N}{T^2},$$

und wenn man hierauf die Gleichung (18) anwendet, so kommt:

$$(22)\quad N = 0.$$

Die Gröfse N ist nach (17) der Differentialcoëfficient von H nach X, und wenn dieser Differentialcoëfficient allgemein gleich Null ist, so mufs H selbst von X unabhängig seyn; und da wir unter X jede beliebige von T unabhängige Gröfse, welche mit T zusammen den Zustand des Körpers bestimmt, verstehen können, so folgt, dafs H nur eine Function von T seyn kann.

§. 8. Dieser letzte Satz scheint nach den bisher allgemein verbreiteten Vorstellungen mit bekannten Thatsachen im Widerspruche zu stehen.

Ich will als Beispiel zur Erläuterung zunächst einen Fall wählen, welcher sehr bekannt, und in welchem die Abweichung besonders grofs ist, nämlich das Wasser in seinen verschiedenen Zuständen. Wir können das Wasser bei derselben Temperatur im tropfbar flüssigen Zustande und im festen Zustande als Eis haben, und der obige Satz behauptet, dafs die in ihm enthaltene Wärme in beiden Fällen gleich sey. Dem scheint die Erfahrung zu widersprechen. Die specifische Wärme des Eises ist nur etwa halb so grofs, als die des flüssigen Wassers, und hierdurch scheint Veranlassung zu folgendem Schlusse gegeben zu seyn. Wenn bei irgend einer Temperatur wirklich eine Gewichtseinheit Eis und eine Gewichtseinheit Wasser gleich viel Wärme enthielten, und man nun beide erwärmte oder abkühlte, so müfste man dazu dem Wasser mehr Wärme mittheilen oder entziehen, als dem Eise, und die Gleichheit der Wärmemengen könnte also bei anderen Temperaturen nicht bestehen. Ein ähnlicher Unterschied, wie zwischen dem flüssigen Wasser und dem Eise findet auch zwischen dem flüssigen Wasser und dem Wasserdampfe

statt, indem die specifische Wärme des Dampfes viel geringer ist, als die des Wassers.

Um diesen Unterschied zu erklären, mufs ich daran erinnern, dafs von der Wärmemenge, welche ein Körper bei der Erwärmung aufnimmt, nur ein Theil zur Vermehrung der wirklich vorhandenen Wärme dient, indem der übrige Theil zu Arbeit verbraucht wird. Ich glaube nun, dafs die Verschiedenheit der specifischen Wärme in den drei Aggregatzuständen des Wassers darauf beruht, dafs der zu Arbeit verbrauchte Theil sehr verschieden ist, und zwar im flüssigen Zustande bedeutend gröfser, als in den beiden anderen Zuständen [1]). Wir müssen also hier die beobachtete specifische Wärme von der wahren specifischen Wärme, mit welcher man die Temperaturänderung dT multipliciren mufs, um die entsprechende Vermehrung der wirklich vorhandenen Wärme zu erhalten, unterscheiden, und ich glaube nach dem obigen Satze annehmen zu müs-

specifische Wärme eines Stoffes experimentell zu bestimmen, müfste man ihn als stark überhitzten Dampf anwenden, und zwar in einem solchen Zustande der Ausdehnung, wo der Dampf schon ohne merklichen Fehler als ein vollkommenes Gas zu betrachten ist, und dann seine specifische Wärme bei constantem Volumen bestimmen.

Rankine ist in Bezug auf die specifische Wärme in verschiedenen Aggregatzuständen nicht meiner Ansicht. Er sagt auf S. 307 seines *Manual of the Steam Engine*: »Die wahre specifische Wärme jeder Substanz ist constant bei allen Dichtigkeiten, so lange die Substanz denselben Zustand, den festen, flüssigen oder gasförmigen behält; aber der Uebergang zwischen irgend zweien dieser Zustände ist oft mit einer Aenderung der wahren specifischen Wärme verbunden, die zuweilen bedeutend ist.« Vom Wasser insbesondere sagt er auf derselben Seite, dafs die wahre specifische Wärme des flüssigen Wassers wahrscheinlich nahe gleich (*equal sensibly*) der scheinbaren specifischen Wärme sey, während sie nach der oben von mir ausgesprochenen Ansicht weniger als die Hälfte von der scheinbaren specifischen Wärme beträgt.

Wenn Rankine zugiebt, dafs in verschiedenen Aggregatzuständen die wahre specifische Wärme verschieden seyn könne, so sehe ich auch nicht ein, weshalb man annehmen mufs, dafs sie innerhalb desselben Aggregatzustandes constant sey. Es kommen innerhalb Eines Aggregatzustandes, z. B. innerhalb des festen, auch Aenderungen in der Anordnung der Molecüle vor, welche zwar weniger bedeutend, aber im Wesentlichen von derselben Art sind, wie die Aenderungen, welche mit dem Uebergange aus dem einen Aggregatzustande in den anderen verbunden sind, und es scheint mir daher eine Willkührlichkeit darin zu liegen, für die kleinen Aenderungen das zu leugnen, was man für gröfsere Aenderungen zugiebt. Ich kann mich in diesem Punkte mit der Art, wie der geistreiche englische Mathematiker den Gegenstand behandelt, nicht einverstanden erklären, sondern, indem ich mich einfach an das von

mir aufgestellte Gesetz über die wirkende Kraft der Wärme halte, scheint mir nur einer der beiden folgenden Fälle möglich zu seyn. Entweder jenes Gesetz ist richtig, dann ist die wahre specifische Wärme eben so gut in verschiedenen Aggregatzuständen, wie in demselben Aggregatzustande gleich; oder jenes Gesetz ist nicht richtig, dann wissen wir über die wahre specifische Wärme überhaupt nichts Bestimmtes, und sie kann eben so gut innerhalb desselben Aggregatzustandes, wie in verschiedenen Aggregatzuständen verschieden seyn.

§. 9. Ich glaube sogar die Anwendung jenes Gesetzes, wenn es richtig ist, noch weiter ausdehnen zu müssen, nämlich auf *chemische Verbindungen und Zersetzungen.*

Die Trennung chemisch verbundener Stoffe ist auch eine Vermehrung der Disgregation und die chemische Verbindung vorher getrennter Stoffe eine Verminderung der Disgregation, und man kann diese Processe daher einer

sen immer vorausgesetzt war, dafs die betreffenden Veränderungen in stetiger und umkehrbarer Weise geschehen können, was bei der Art, wie wir die chemischen Processe hervorrufen, gewöhnlich nicht stattfindet. Indessen kommen doch Fälle vor, wo diese Bedingung erfüllt ist, besonders bei den chemischen Veränderungen, welche durch Mitwirkung elektrischer Kräfte veranlafst werden. Durch den galvanischen Strom können wir auf einfache Weise Verbindungen und Zersetzungen eintreten lassen, und dabei bildet die Zelle, in welcher der chemische Procefs vor sich geht, selbst ein galvanisches Element, dessen elektromotorische Kraft entweder dazu beiträgt, den Strom zu verstärken, oder durch andere elektromotorische Kräfte überwunden werden mufs, so dafs im einen Falle Gewinn, im anderen Verbrauch von Arbeit stattfindet.

In ähnlicher Weise, glaube ich, würden wir in allen Fällen unter Gewinn oder Verbrauch von Arbeit die Verbindung oder Trennung der Stoffe nach Willkühr leiten können, wenn wir die Mittel besäfsen, auf die einzelnen Atome beliebig einzuwirken, und sie in jede beliebige Lage zu einander zu bringen. Zugleich glaube ich, dafs die Wärme, abgesehen von ihren secundären Wirkungen, bei allen chemischen Processen in bestimmter Weise dahin wirkt, die Vereinigung der Atome zu erschweren und die Trennung derselben zu fördern, und dafs die Stärke dieser Wirkung ebenfalls unter dem oben angeführten allgemeinen Gesetze steht.

Wenn das der Fall ist, so mufs auch der aus jenem Gesetze abgeleitete Satz hier Anwendung finden, und ein chemisch zusammengesetzter Stoff mufs eben so viel Wärme enthalten, als seine Bestandtheile im getrennten Zustande bei derselben Temperatur enthalten würden. Daraus folgt, dafs die wahre specifische Wärme jeder Verbindung sich auf einfache Weise aus den wahren specifischen Wärmen der einfachen Stoffe berechnen lassen mufs [1]). Berück-

1) In einer in den Ann. der Chem. und Pharm. (Bd. CXVIII, S 106) veröffentlichten Note habe ich schon darauf hingedeutet, dafs jene ein-

sichtigt man dazu die bekannte Beziehung zwischen den specifischen Wärmen der einfachen Stoffe und ihren Atomgewichten, welche, wie ich glaube, für die *wahren* specifischen Wärmen nicht blofs angenähert, sondern genau richtig ist, so sieht man, welche durchgreifenden Vereinfachungen das aufgestellte Gesetz, wenn es richtig ist, in die Wärmelehre bringen kann.

fache Beziehung zwischen den wahren specifischen Wärmen aus gewissen Gründen, welche auf dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie beruhen, sehr wahrscheinlich sey. Die Gründe selbst habe ich dort nicht auseinander gesetzt, sondern habe mir vorbehalten, später an einem anderen Orte darauf einzugehen. Dieses ist in der vorliegenden Abhandlung geschehen, indem die oben auseinandergesetzten Gründe diejenigen sind, welche ich dort andeutete.

In derselben Note habe ich von einigen auf gasförmige Körper bezüglichen Sätzen, welche Hr. Buff in einer kurz vorher veröffentlichten Abhandlung in solcher Weise angeführt hatte, als ob sie von ihm zuerst theoretisch begründet seyen, geltend gemacht, dafs ich sie schon

§. 10. Nach diesen Auseinandersetzungen kann ich nun die erweiterte Form des Satzes von der Aequivalenz der Verwandlungen angeben.

In §. 1 habe ich zwei Arten von Verwandlungen angeführt, erstens die Verwandlung von Arbeit in Wärme und umgekehrt, und zweitens den Wärmeübergang zwischen Körpern von verschiedenen Temperaturen. Zu diesen nehmen wir nun als dritte Art der Verwandlung noch die Veränderung der Disgregation eines Körpers hinzu, und zwar in dem Sinne, dafs wir die Zunahme der Disgregation als positive und die Abnahme als negative Verwandlung betrachten.

Wir wollen nun zunächst die erste und letzte Verwandlung unter einander in Beziehung bringen, wobei dieselben Umstände zur Sprache kommen, von denen schon in §. 5 die Rede gewesen ist. Wenn ein Körper seine Disgregation in umkehrbarer Weise ändert, so ist damit eine Verwandlung zwischen Wärme und Arbeit verbunden, und wir können die Aequivalenzwerthe der beiden Arten von Verwandlungen dadurch bestimmen, dafs wir die Verwandlungen, welche gleichzeitig stattfinden, unter einander vergleichen.

Nehmen wir erstens an, *es finde eine bestimmte Anordnungsänderung bei verschiedenen Temperaturen statt*, so ist die Menge der Wärme, welche dabei in Arbeit verwandelt wird, oder aus Arbeit entsteht, verschieden, und zwar ist sie dem obigen Gesetze nach der absoluten Temperatur proportional. Betrachten wir nun die Verwandlungen, welche einer und derselben Anordnungsänderung entsprechen, als äquivalent, so ergiebt sich, dafs wir zur Bestimmung der Aequivalenzwerthe dieser Verwandlungen die betreffenden Wärmemengen durch die dazugehörigen absoluten Temperaturen dividiren müssen. Die Entstehung der Wärmemenge Q aus Arbeit mufs also, wenn sie bei der Temperatur T stattfindet, den Aequivalenzwerth

$$\frac{Q}{T} \cdot \text{Const.}$$

haben, und wenn wir hierin die Constante, welche willkührlich angenommen werden kann, gleich der Einheit setzen, so erhalten wir den in §. 1 angeführten Ausdruck.

Nehmen wir zweitens an, *bei einer bestimmten Temperatur finden verschiedene Anordnungsänderungen statt,* welche mit Disgregationsvermehrung verbunden sind, und setzen wir fest, dafs solche Disgregationsvermehrungen, bei denen gleich viel Wärme in Arbeit verwandelt wird, als unter einander äquivalent betrachtet werden sollen, und dafs ihr Aequivalenzwerth demjenigen der gleichzeitig stattfindenden Verwandlung aus Wärme in Arbeit absolut genommen gleich, aber dem Vorzeichen nach entgegengesetzt seyn soll, so ist damit der Anhalt zur Bestimmung der Aequivalenzwerthe der Disgregationsveränderungen gegeben.

Durch Verbindung dieser beiden Regeln können wir auch den Aequivalenzwerth einer Disgregationsänderung,

Verwandlung der zweiten Art immer als eine Verbindung zweier Verwandlungen der ersten Art ansehen.

Wir wollen nun zur Gleichung (II) zurückkehren, nämlich:

$$\int \frac{dQ+dH}{T} + \int dZ = 0.$$

Hierin ist dH die Vermehrung der im Körper vorhandenen Wärmemenge während einer unendlich kleinen Zustandsänderung, und dQ die gleichzeitig nach Aufsen abgegebene Wärme. Die Summe $dQ+dH$ ist also die Wärmemenge, welche, wenn sie positiv ist, aus Arbeit neu entstanden, und wenn sie negativ ist, in Arbeit verwandelt seyn mufs. Demnach ist das erste Integral in der vorigen Gleichung der Aequivalenzwerth aller vorgekommenen Verwandlungen der ersten Art, und das zweite Integral stellt die Verwandlungen der dritten Art dar, und die Summe dieser sämmtlichen Verwandlungen mufs, wie die Gleichung aussagt, gleich Null seyn.

Hiernach kann man den Satz, soweit er die *umkehrbaren* Zustandsänderungen anbetrifft, folgendermafsen aussprechen:

Wenn man für die bei der absoluten Temperatur T stattfindende Entstehung der Wärmemenge Q aus Arbeit den Aequivalenzwerth $\frac{Q}{T}$ *annimmt, so läfst sich als zweite dazugehörige Verwandlung eine Gröfse einführen, welche sich auf die Anordnungsänderung des Körpers bezieht, und durch den Anfangs- und Endzustand des Körpers vollständig bestimmt ist, und welche die Bedingung erfüllt, dafs bei jeder umkehrbaren Zustandsänderung die algebraische Summe der Verwandlungen gleich Null ist.*

§. 11. Wir müssen nun untersuchen, wie sich der vorige Satz ändert, wenn wir die Bedingung, dafs alle Zustandsänderungen des Körpers in umkehrbarer Weise vor sich gehen, fallen lassen.

Aus dem, was in §. 4 über die nicht umkehrbaren Zu-

standsänderungen gesagt ist, können wir leicht für alle drei Verwandlungsarten folgendes gemeinsame Verhalten erkennen. Es kann nie eine negative Verwandlung stattfinden, ohne dafs gleichzeitig eine positive stattfindet, deren Aequivalenzwerth mindestens eben so grofs ist; dagegen brauchen die positiven Verwandlungen nicht nothwendig mit eben so grofsen negativen verbunden zu seyn, sondern können in Begleitung von kleineren negativen Verwandlungen, oder auch ganz ohne solche vorkommen.

Wenn Wärme in Arbeit verwandelt werden soll, was eine negative Verwandlung ist, so mufs dazu eine positive Disgregationsänderung stattfinden, welche nicht unter jener bestimmten Gröfse, die wir als die gleichwerthige betrachten, seyn kann. Bei der positiven Verwandlung von Arbeit in Wärme dagegen verhält es sich anders. Wenn die Kraft der Wärme durch Gegenkräfte überwunden, und dadurch eine negative Disgregationsänderung hervorgebracht

Was endlich die zweite Verwandlungsart, den Wärmeübergang zwischen Körpern von verschiedenen Temperaturen betrifft, so habe ich geglaubt, es als einen Grundsatz hinstellen zu können, welcher nach allem, was wir von der Wärme wissen, als selbstverständlich zu betrachten ist, dafs der als negative Verwandlung geltende Uebergang von niederer zu höherer Temperatur nicht von selbst, d. h. ohne gleichzeitig stattfindende positive Verwandlung, geschehen kann. Dagegen kann der umgekehrte Wärmeübergang von höherer zu niederer Temperatur sehr gut ohne gleichzeitige negative Verwandlung geschehen.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wollen wir nun die Entwicklung, durch welche wir in §. 5 zur Gleichung (II) gelangt sind, noch einmal betrachten. In der in demselben §. vorkommenden Gleichung (2) ist ausgedrückt, wie sich eine unendlich kleine Disgregationsänderung zu der dabei von der Wärme gethanen Arbeit verhalten mufs, unter der Bedingung, dafs die Aenderung in umkehrbarer Weise geschieht. Wenn diese letztere Bedingung nicht erfüllt zu seyn braucht, so kann die Disgretionsänderung für den Fall, dafs sie positiv ist, gröfser seyn, als der aus der Arbeit berechnete Werth, und für den Fall, dafs sie negativ ist, kann sie, absolut genommen, kleiner seyn, als jener Werth, was algebraisch auch wieder als gröfser zu bezeichnen ist. Wir müssen also statt der Gleichung (2) schreiben:

$$(2_a) \quad dZ \geqq \frac{AdL}{T}.$$

Dieses haben wir auf die Gleichung (1) anzuwenden, wodurch wir statt der Gleichung (5) erhalten:

$$(5_a) \quad \frac{dQ + dH}{T} + dZ \geqq 0.$$

Es fragt sich nun noch, welchen Einflufs es auf die Formeln hat, wenn innerhalb des betrachteten Körpers directe Wärmeübergänge zwischen Theilen von verschiedenen Temperaturen stattfinden.

Für den Fall, dafs der Körper nicht durchweg gleiche Temperatur hat, mufs man den in (5_a) vorkommenden Dif-

ferentialausdruck nicht auf den ganzen Körper, sondern nur auf einen Theil, dessen Temperatur als gleich zu betrachten ist, beziehen, wobei man, wenn die Temperatur sich im Körper stetig ändert, die Anzahl der Theile sogar als unendlich grofs annehmen mufs. Bei der Integration kann man die für die einzelnen Theile geltenden Ausdrücke wieder zu einem für den ganzen Körper geltenden Ausdrucke vereinigen, indem man das Integral nicht blofs auf die Veränderungen eines Theiles, sondern auf die Veränderungen aller Theile ausdehnt. Bei der Bildung dieses Integrales ist nun der zwischen den Theilen stattfindende Wärmeübergang zu berücksichtigen.

Dabei ist zu bemerken, dafs dQ ein Element derjenigen Wärme ist, welche der betrachtete Körper an einen fremden Körper, welcher uns nur als Wärmereservoir dient, abgiebt, oder von ihm aufnimmt, und dafs dieses Element demnach hier, wo es sich um die Wärme handelt, welche zwi-

in (5*a*) vorkommenden Differentialausdruckes durch diese Wärmeübergänge erleidet, kann daher nur darin bestehen, dafs zu dem Werthe, welchen man ohne dieselben erhalten würde, noch eine positive Gröfse hinzukommt. Da nun, wie aus (5*a*) hervorgeht, schon jener erstere Werth, welchen man ohne Berücksichtigung der directen Wärmeübergänge erhalten würde, nicht kleiner als Null seyn kann, so kann dieses bei dem um eine positive Gröfse vermehrten Werthe um so weniger der Fall seyn.

Wir können also unter Berücksichtigung aller bei nicht umkehrbaren Veränderungen vorkommenden Umstände statt der Gleichung (II) allgemein schreiben:

$$(\mathrm{II}a)\quad \int \frac{dQ+dH}{T} + \int dZ \geqq 0.$$

Der Satz, welcher in §. 1 nur für Kreisprocesse ausgesprochen und durch die Beziehung (I*a*) dargestellt wurde, hat jetzt also eine allgemeinere Form gewonnen, und läfst sich folgendermafsen aussprechen:

Die algebraische Summe aller bei irgend einer Zustandsänderung vorkommenden Verwandlungen kann nur positiv oder als Gränzfall Null seyn.

Ich habe in meiner früheren Abhandlung von zwei dem Vorzeichen nach entgegengesetzten Verwandlungen, welche sich in der algebraischen Summe gegenseitig aufheben, den Ausdruck gebraucht, dafs sie sich *compensiren*. Hiernach kann man den vorigen Satz noch kürzer so aussprechen:

Uncompensirte Verwandlungen können nur positiv seyn.

§. 12. Schliefslich wollen wir noch das oben mehrfach in Anwendung gekommene Integral

$$\int \frac{dH}{T}$$

etwas näher betrachten. Wir wollen dieses Integral, wenn es von irgend einem gegebenen Anfangszustande bis zu dem gerade stattfindenden Zustande des Körpers genommen ist, den *Verwandlungswerth der von dem gegebenen Anfangszustande an gerechneten Körperwärme* nennen. Wenn nämlich

auf irgend eine Weise Arbeit in Wärme oder Wärme in Arbeit verwandelt, und dadurch die im Körper vorhandene Wärmemenge geändert ist, so giebt die Zu- oder Abnahme jenes Integrals den Aequivalenzwerth der geschehenen Verwandlungen an. Wenn ferner innerhalb eines Körpers oder eines Systemes von Körpern Wärmeübergänge zwischen Theilen von verschiedenen Temperaturen stattfinden, so wird der Aequivalenzwerth dieser Wärmeübergänge ebenfalls durch die Zu- oder Abnahme jenes Integrals, wenn man dasselbe auf das ganze in Betracht kommende Körpersystem ausdehnt, dargestellt.

Um die angedeutete Integration wirklich ausführen zu können, müssen wir die Beziehung zwischen der Wärmemenge H und der Temperatur T kennen. Nennen wir die Masse eines Körpers m und seine wahre specifische Wärme c, so ist, wenn er seine Temperatur durchweg um dT ändert, zu setzen:

betreffenden Mittelwerth setzt. Wenn dagegen die Temperatur in verschiedenen Theilen verschieden ist, so mufs man die vorige Gleichung zunächst auf die einzelnen Theile anwenden, und dann summiren. Nehmen wir der Allgemeinheit wegen an, dafs die Temperatur sich stetig ändert, so dafs man den Körper in unendlich viele Theile theilen mufs, so lautet die Gleichung:

$$(25) \quad H = \int c T dm.$$

Wendet man diese Ausdrücke auf das obige Integral, welches den Verwandlungswerth der Körperwärme darstellt, an, und bezeichnet die Anfangstemperatur mit T_0, so erhält man für den einfacheren Fall, wo die Temperatur durchweg gleich ist:

$$(26) \quad \int \frac{dH}{T} = mc \int_{T_0}^{T} \frac{dT}{T} = mc \log \frac{T}{T_0},$$

und als allgemeinen für alle Fälle passenden Ausdruck erhält man:

$$(27) \quad \int \frac{dH}{T} = \int c \log \frac{T}{T_0} . dm.$$

Wenn ein Körper seine Disgregation ändert, ohne dafs ihm von Aufsen Wärme zugeführt oder entzogen wird, so wird durch den Wärmeverbrauch oder die Wärmeerzeugung, welche mit der Disgregationsänderung verbunden ist, die in ihm enthaltene Wärmemenge geändert, was ein Sinken oder Steigen seiner Temperatur zur Folge hat, und man kann sich daher die Frage stellen, wie grofs die Disgregationsänderung seyn mufs, um eine gewisse Temperaturänderung hervorzubringen, vorausgesetzt, dafs alle Zustandsänderungen in umkehrbarer Weise stattfinden. Man hat in diesem Falle die Gleichung (II) anzuwenden, und darin $dQ = 0$ zu setzen, wodurch sie übergeht in:

$$(28) \quad \int \frac{dH}{T} + \int dZ = 0.$$

Sey der Einfachheit wegen angenommen, dafs der ganze Körper seine Temperatur gleichmäfsig ändere, so dafs T stets für alle Theile denselben Werth habe, dann kann man zur Bestimmung des ersten der beiden Integrale die Gleichung (26) anwenden, und erhält dadurch für die gesuchte Disgregationsänderung die Gleichung:

$$(29) \quad Z - Z_0 = mc \log \frac{T_0}{T}.$$

Wollte man einen Körper bis zum absoluten Nullpunkte der Temperatur abkühlen, so würde die entsprechende Disgregationsänderung, wie die vorstehende Formel zeigt, in welcher man für diesen Fall $T=0$ setzen mufs, unendlich grofs werden. Hierin liegt ein principieller Beweis, dafs man nie durch irgend welche Zustandsänderungen eines Körpers eine solche Kälte hervorbringen kann, um bis zum absoluten Nullpunkte zu gelangen.

thode giebt indessen nur ein unsicheres Resultat; wenigstens nicht ein so sicheres wie bei der Phosphorsäure und ähnlichen Säuren, welche mit dem Bleioxyd Verbindungen geben, welche durch schwaches Glühen nicht zerstört werden. Das Bleioxyd bildet mit der Salpetersäure mehrere im Wasser unlösliche basische Verbindungen, welche Wasser enthalten, das sie bei 100° noch zum Theil behalten, und welche Kohlensäure aus der Luft anziehen. Es ist schwer die trockne Masse frei von Kohlensäure und von Wasser zu erhalten.

Man wendet daher weit zweckmäfsiger statt des Bleioxyds Baryterdehydrat (Barytwasser), oder auch kohlensaure Baryterde oder kohlensaure Kalkerde an, durch welche man eine sehr genaue Bestimmung der Salpetersäure erzielen kann. Dafs selbst auch Ammoniak zu diesem Zweck angewandt mit geringerer Mühe gute Resultate giebt, hat Graf Schaffgotsch gezeigt [1]).

Bestimmung der Salpetersäure in deren Salzen auf maafsanalytischem Wege.

Was die Bestimmung der Salpetersäure in deren Salzen betrifft, so wendet man auf maafsanalytischem Wege zwei Methoden an, nach welchen dieselbe mit Genauigkeit bewerkstelligt werden kann. Nach der einen kann man die Salpetersäure in allen ihren Salzen bestimmen, nach der anderen nur in denen, deren Basen durch Alkalien oder deren Carbonate vollständig gefällt werden können.

Die erste Methode ist die bekannte von Pelouze, die darauf beruht, dafs die Salpetersäure in einem salpetersauren Salze bei Gegenwart von Eisenchlorür und freier Chlorwasserstoffsäure in Stickstoffoxyd sich verwandelt, während Wasser und Eisenchlorid sich bilden, und die Base sich zu einem Chlormetall umsetzt. Durchs Kochen wird das Stickstoffoxydgas verjagt; man bestimmt nach dem Versuche die Menge des überschüssigen Eisenchlorürs, zu des-

1) Pogg. Ann. Bd. 108, S 64.

sen Bereitung man eine gewogene Menge von Eisen genommen hat, durch übermangansaures Kali.

Diese Methode giebt genaue und sichere Resultate, aber nur, wenn man den Versuch in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, wie Fresenius zuerst vorgeschlagen hat[1]), oder auch von Kohlensäuregas anstellt.

Unter Anwendung von Kohlensäure erhielt nach dieser Methode Hr. Finkener vom salpetersauren Kali 99,32 Proc. des angewandten Salzes.

Die zweite Methode, welche von Langer und Wawnikiewics herrührt[2]), besteht darin, dafs man eine abgewogene Quantität des salpetersauren Salzes in Wasser löst, und sodann so lange von einer Lösung von bestimmter Stärke von Kali- oder Natronhydrat oder von kohlensaurem Natron hinzufügt, bis eine stark-alkalische Reaction eintritt. Nachdem man die durch das Alkali gefällte Base sich hat absetzen lassen, bestimmt man in der überstehen-

[redacted]

Methode keine Anwendung, wie die erstere bei technischen Untersuchungen finden, bei welchen man die Menge der Salpetersäure am häufigsten gerade in Verbindungen finden will, wenn diese durch fremde Salze verunreinigt sind.

Die Verfasser haben nach dieser Methode mehrere salpetersaure, und auch schwefelsaure Salze untersucht, und genaue Resultate erhalten, welche durch einige Versuche bestätigt werden, die in meinem Laboratorium angestellt worden sind.

Hr. Hayes erhielt als er salpetersaures Silberoxyd durch kohlensaures Natron fällte, und den Ueberschufs derselben durch Schwefelsäure bestimmte, 31,45 Proc. Salpetersäure; die Berechnung giebt 31,77 Proc.

Bei der Zersetzung des krystallisirten salpetersauren Wismuthoxyds wurde das Salz mit kohlensaurem Natron gekocht; man liefs das Ganze sich absetzen; der Ueberschufs des Alkalis wurde durch Schwefelsäure bestimmt. Es wurden 33,32 Proc. Salpetersäure erhalten. Nimmt man im Salze 10 Atome Wasser an, so hat dasselbe 33,42 Proc.

Nur bei der Bestimmung der Verbindungen der Salpetersäure mit Quecksilberoxydul erhält man minder richtige Resultate, wenigstens nicht bei Anwendung von kohlensaurem Natron. Bei Untersuchung des basischen Salzes $3\dot{H}g + 2\dddot{N} + 3\dot{H}$ erhielt Hr. Hayes nur 13,81 Proc. Salpetersäure während der Rechnung nach 14,23 Proc. darin enthalten sind.

Bestimmung der Salpetersäure als Stickstoffoxyd.

Wenn Salpetersäure von mäfsiger Stärke mit Metallen in Berührung kommt, so wird sie, während sie dieselben oxydirt, in den meisten Fällen in Stickstoffoxyd verwandelt. Man hat oft aus der Menge des erhaltenen Stickstoffoxydgases die der Salpetersäure zu bestimmen gesucht.

Walter Crum hat, um die Menge der Salpetersäure in deren Salzen zu bestimmen, schon vor längerer Zeit folgende Methode angegeben: In eine graduirte Röhre, welche mit Quecksilber gefüllt und darin umgekehrt ist,

wird eine gewogene Menge des Salzes gebracht, und darauf Wasser um es aufzulösen; sodann wird ein sehr grofser Ueberschufs von concentrirter Schwefelsäure hinzugefügt. Auf 1 Volum des Wassers wendet man ungefähr 3 Volume Schwefelsäure an. Durch die Einwirkung der freigewordenen Salpetersäure auf das Quecksilber beginnt Stickstoffoxydgas sich zu entwickeln, und nach W. Crum soll sich ungefähr nach Verlauf von zwei Stunden ohne Anwendung von äufserer Wärme sämmtliche Salpetersäure in Stickstoffoxydgas verwandeln. Es ist nöthig von Zeit zu Zeit umzuschütteln, was man durch leichtes horizontales Klopfen an dem obern Theil der Röhre bewerkstelligen kann. Wenn das Volumen des Gases sich nicht mehr vermehrt, so wird dasselbe genau bemerkt und die Höhe der Quecksilbersäule und die der Schwefelsäure genau bestimmt. Man läfst darauf eine erwärmte concentrirte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul in dieselbe

(bei 0° und 760 Millim. berechnet) oder 0,1138 Grm. Stickstoffoxyd, also 98,9 Proc. von der Menge der Säure, die er hätte erhalten sollen.

Es gelingt nicht, die Menge der Salpetersäure in den salpetersauren Salzen, namentlich in den salpetersauren Alkalien, auf die Weise zu bestimmen, dafs man nach einem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure und von einer gewogenen Menge von reinem Kupferblech die Auflösung erhitzt, sie beim Ausschlufs der Luft erkalten läfst, und aus dem Gewichtsverlust des Kupfers auf die Menge der Salpetersäure in der Lösung schliefst. Man geht hierbei von der Ansicht aus, dafs von dem Sauerstoff der Salpetersäure drei Atome die Chlorwasserstoffsäure zersetzen, wodurch Kupferchlorür gebildet wird, so dafs also 6 Atome metallischen Kupfers einem Atom Salpetersäure entsprechen.

Man erhält bei Anwendung aller Vorsicht nach dieser Methode keine zufriedenstellende Resultate, auch wenn der Sauerstoff der atmosphärischen Luft im Apparate vollständig ausgeschlossen und durch Kohlensäure ersetzt worden ist. Es kommt auf die Menge und Stärke der Chlorwasserstoffsäure, und auf das stärkere und schwächere Erhitzen an, ob mehr oder weniger Kupfer aufgelöst wird. Kocht man stark, so kann statt des Stickstoffoxyds etwas salpetrichte Säure entweichen, und es löst sich weniger Kupfer auf; erhitzt man lange bei gelinder Temperatur, so scheint sich etwas Stickstoffoxydulgas zu biden, und es löst sich mehr Kupfer auf. Letzteres scheint auch stattzufinden, wenn man viel Chlorwasserstoffsäure anwendet.

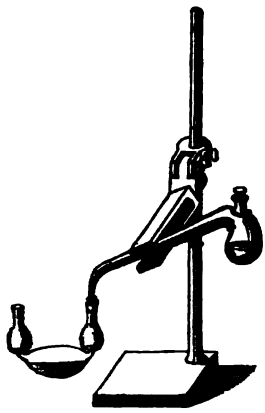
Eben so wenig erhält man genügende Resultate, wenn man eine gewogene Menge von Silberblech mit der Lösung des salpetersauren Salzes und mit verdünnter Schwefelsäure in einer Atmosphäre von Kohlensäuregas erhitzt. Auch bei gelinder Erhitzung, bei welcher die Lösung des Silbers langsam von statten geht, verflüchtigt sich etwas Salpetersäure.

Versucht man das Stickstoffoxydgas, das sich bei der Behandlung einer gewogenen Menge eines salpetersauren

Salzes mit Kupferblech und verdünnter Schwefelsäure entwickelt, durch eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul aufzulösen und durch die Gewichtszunahme derselben die Quantität des Gases zu bestimmen, so erhält man ebenfalls keine genaue, selbst nicht einmal der Wahrheit sich nähernde Resultate. Das Stickstoffoxyd wird zu langsam von der Eisenoxydullösung absorbirt.

Bestimmung der Salpetersäure in den salpetersauren Salzen durch Destillation mit Schwefelsäure.

Eine sehr gute Methode der Bestimmung der Salpetersäure in ihren Verbindungen mit Basen, namentlich mit Alkalien, welche auch bei technischen Untersuchungen eine gröfsere Anwendung verdient, als ihr bis jetzt zu Theil wurde, ist die Destillation derselben vermittelst Schwefelsäure. Sie hat den grofsen Vortheil, dafs man sie bei allen salpetersauren Salzen anwenden kann, namentlich bei



bringt man ein gemessenenes Volum einer alkalischen Lösung von bestimmter Stärke, entweder von Kali oder von Natron. Gegen 1 Grm. des salpetersauren Salzes wendet man ungefähr 10 Ccm. Wasser und 5 Ccm. concentrirte Schwefelsäure an. Die kleine Retorte wird bis an den Hals in ein Sandbad gestellt, in welches man ein Thermometer bringt, so dafs beide gleich viel vom Boden des Sandbads entfernt sind. Wenn man das Sandbad bis zu 160° oder selbst bis zu 175° erhitzt, und die Temperatur so lange unterhält, als noch Flüssigkeit übergeht, so erhält man die ganze Menge der Salpetersäure, frei von Schwefelsäure. Man bestimmt darauf die Menge der übergegangenen Salpetersäure auf maafsanalytischem Wege.

Die Operation erfordert bei Anwendung von 1 bis 2 Grm. des salpetersauren Salzes drei bis vier Stunden Zeit. Bei der erwähnten Temperatur wird keine Salpetersäure zersetzt, und es zeigen sich nie, auch nicht gegen das Ende der Destillation, rothe Dämpfe.

Erhöht man indessen die Temperatur bei der Destillation bis zu 190°, so erhält die überdestillirte Salpetersäure Schwefelsäure, aber nur Spuren.

Wendet man bei der Destillation eine Temperatur von 150° an, so erhält man die ganze Menge der Salpetersäure (vollkommen frei von Schwefelsäure) aber erst in weit längerer Zeit.

Die Resultate der Versuche, welche Hr. Finkener angestellt hatte, sind folgende:

Bei Anwendung von etwa 2 Grm. des salpetersauren Kalis und der oben angegebenen Menge von Schwefelsäure und von Wasser, wurden, nachdem die Salpetersäure in Kali-

hydrat bei 170° destillirt worden war, 99,56 Proc. der Salpetersäure erhalten.

Bei Anwendung von etwa 1,5 Grm. des salpetersauren Kalis und von Kalihydrat in der Vorlage wurden durch Destillation bei 175° 98,66 Proc. Salpetersäure gewonnen.

Die Destillation von 1,5 Grm. salpetersauren Kalis geschah bei 190°, die Vorlage enthielt Kalihydratlösung. Es wurden 101,49 Proc. Salpetersäure erhalten, aber mit Spuren von Schwefelsäure.

Es wurden 1,929 Grm. salpetersaures Kali bei 195° der Destillation unterworfen. Die Vorlage enthielt Ammoniak; die Salpetersäure wurde durch die Menge des durch Abdampfen erhaltenen salpetersauren Ammoniaks bestimmt. Das Salz wurde bei 100° bis selbst 130° getrocknet. Es wurden 1,696 Grm. davon erhalten, die 111,14 Proc. der Salpetersäure entsprechen. Es enthielt aber eine bedeutende Menge von schwefelsaurem Ammoniak.

und von concentrirter Schwefelsäure in die tubulirte Retorte, und die erforderliche Menge von Kali- oder von Natronlösung, die man bis zu 30 Ccm. verdünnt, in einen Kolben mit engem Halse von ungefähr 200 Ccm. Inhalt. Darauf verbindet man vermittelst einer Kautschuckröhre den Kolben mit der Retorte luftdicht, so dafs die ausgezogene Spitze der Retorte bis nahe in den Bauch des Kolbens reicht, und erhitzt bei geöffnetem Tubus sowohl den Inhalt der Retorte als auch den des Kolbens bis zum Kochen. Wenn durch längeres Kochen die Luft aus dem Apparate entfernt worden ist, bringt man das in einem kleinen Glasröhrchen abgewogene Salz durch den Tubus in die Retorte, verschliefst dieselbe dann sogleich luftdicht durch den Tubus, und entfernt zugleich die zum Kochen benutzten Lampen. Man destillirt dann im Wasserbade die Salpetersäure ab, während der Kolben abgekühlt wird, warauf man die Menge der Salpetersäure maafsanalytisch oder auf andere Weise bestimmt.

Es werden auf diese Weise sehr genaue Resultate erhalten, genauere als durch die Destillation mit einem Thermometer. Die überdestillirte Salpetersäure enthält niemals Spuren von Schwefelsäure.

Wenn man glaubt, dafs durch einmalige Destillation nicht alle Salpetersäure aus der Retorte durch Destillation übergetrieben worden ist, so kann man die Retorte abkühlen, und durch Erhitzung des Kolbens Wasser in die Retorte destilliren, worauf dann noch einmal aus der Retorte die Destillation wiederholt wird. Diese Wiederholung der Destillation ist indessen fast nie nöthig.

Die Resultate der Versuche, welche Hr. Finkener nach dieser Methode angestellt hat, sind folgende:

Aus etwa 2 Grm. von salpetersaurem Kali wurden 100,80 Proc. Salpetersäure erhalten.

Bei einem zweiten Versuche gab 1 Grm. salpetersaures Kali 99,92 Grm. Salpetersäure.

Bei einem dritten Versuche wurden bei Anwendung

von 1,3 Grm. salpetersauren Kalis 100,16 Proc. Salpetersäure erhalten.

Aus 1,6 Grm. salpetersaurem Kali wurden 101,13 Proc. Salpetersäure gewonnen.

Die Methode der Bestimmung durch Destillation ist für alle salpetersaure Salze brauchbar, und namentlich auch für die salpetersauren Alkalien, bei denen die oben erwähnte maafsanalytische Methode, die Basen in den salpetersauren Salzen durch Alkalien zu fällen, nicht anwendbar ist. Sie hat ferner den grofsen Vortheil, dafs man nach der Destillation mit Salpetersäure die Base, welche im schwefelsauren Zustand zurückbleibt, genau untersuchen und ihrer Menge nach bestimmen kann. Was aber bei dieser Bestimmung der Salpetersäure besonders vortheilhaft ist, ist der Umstand, dafs sie auch anwendbar ist, wenn das salpetersaure Salz mit anderen Salzen, namentlich mit Chlormetallen verunreinigt ist. Deshalb kann sie besonders bei

Procent Salpetersäure erhalten, die durch Kalihydrat maafsanalytisch bestimmt wurden. Nach Abzug des Gehalts an Chlor, das ebenfalls maafsanalytisch bestimmt wurde, betrug die Menge der erhaltenen Salpetersäure 100,03 Proc.

Bei einem zweiten Versuche, bei welchem 1,6 Grm. salpetersaures Kali, 0,1 Grm. Chlornatrium und die gehörige Menge von wasserhaltiger Schwefelsäure mit einem Zusatz von feuchtem Silberoxyd der Destillation unterworfen wurden, wurden 99,77 Proc. Salpetersäure erhalten, frei von Chlorwasserstoffsäure. Es ging nichts von derselben, sondern nur reines Wasser über, als zu dem Rückstande von Neuem wasserhaltige Schwefelsäure gesetzt, und die Destillation wiederholt wurde.

Statt des Silberoxyds bei dieser Destillation rothes Quecksilberoxyd anzuwenden mifsräth wegen der Flüchtigkeit des Quecksilberchlorids. Schon unter 150° fängt dasselbe an sich zu verflüchtigen.

Bestimmung der Salpetersäure in ihren Salzen nach Abscheidung der Basen vermittelst alkalischer Erden.

Es ist schon angeführt worden, dafs die freie Salpetersäure in ihrer Lösung in Wasser sehr gut ihrer Menge nach bestimmt werden kann, wenn man sie an Baryterde oder an Kalkerde bindet. Da nun diese Basen, sowohl als Hydrate, wie auch als Carbonate die meisten Metalloxyde vollständig aus ihren Verbindungen mit Säuren, namentlich mit Salpetersäure abscheiden, so hat man schon vor längerer Zeit diesen Umstand benutzt, um diese Säure mit Genauigkeit ihrer Menge nach zu bestimmen, wenn sie mit solchen Metalloxyden verbunden ist. Später indessen hat man diese Methode für nicht genau genug gehalten, weshalb neue Versuche angestellt werden mufsten, die aber gezeigt haben, dafs, wenn man sie mit Achtsamkeit ausführt, man die genausten Resultate erhalten kann.

Ist das salpetersaure Salz im Wasser löslich, so wird die Lösung durch Baryterdehydrat, durch kohlensaure Baryterde oder durch kohlensaure Kalkerde zersetzt. Im er-

steren Falle erhitzt man die Lösung mit einem Ueberschufs von Barytwasser längere Zeit hindurch, entfernt aus der filtrirten Lösung den Ueberschufs der Baryterde durch Kohlensäure, erhitzt vor dem Filtriren den Niederschlag und bestimmt die Salpetersäure entweder aus der Menge der zur Trocknifs abgedampften salpetersauren Baryterde, oder besser aus der Menge der ihr entsprechenden schwefelsauren Baryterde. Zu dem Ende wird die Lösung der salpetersauren Baryterde durch Schwefelsäure gefällt, und man erhält in diesem Falle eine schwefelsaure Baryterde, frei von anderen eingemengten Salzen, da sie durch einen Ueberschufs von Schwefelsäure gefällt worden ist.

Das durch Baryterde Gefällte kann in einer Säure z. B. in Chlorwasserstoffsäure gelöst werden, um nach Entfernung der gelösten Baryterde durch Schwefelsäure die Menge der Base zu bestimmen, die mit der Salpetersäure verbunden war.

Lösung der salpetersauren Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak oxalsaure Kalkerde zu fällen, welche man durchs Glühen in reine Kalkerde verwandelt, aus deren Gewicht man das Aequivalent an Salpetersäure berechnet.

Als auf diese Weise Hr. Clark 1,0667 Grm. krystallisirtes salpetersaures Wismuthoxyd zersetzte, erhielt er 0,1865 Grm. Kalkerde, die mit 0,3596 Grm. Salpetersäure sich verbinden, welche 33,71 Proc. im angewandten Salze betragen.

In den drei Versuchen wurden also 33,61, 33,49 und 33,71 Proc. Salpetersäure im krystallisirten salpetersauren Wismuth gefunden. Die berechnete Menge, wenn man 10 At. Wasser im Salze annimmt, ist 33,46 Proc.

Man sieht also, dafs man auf diese Weise sehr genaue Resultate erhält, genauer als sie auf maafsanalytischem Wege zu erlangen sind. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist daher dieser Weg einzuschlagen.

Durch die alkalischen Erden kann die Salpetersäure in den meisten ihrer Verbindungen mit Metalloxyden bestimmt werden, weil die meisten derselben aus ihren Verbindungen mit Säuren durch dieselben ausgeschieden werden können, wenigstens beim Erhitzen. Aber die Bestimmung der Salpetersäure in den feuerbeständigen salpetersauren Alkalien, welche von besonderer Wichtigkeit ist, kann durch die alkalischen Erden nicht ausgeführt werden. Ebenso wenig kann die Salpetersäure in ihren Salzen durch die alkalischen Erden bestimmt werden, wenn diese mit anderen Salzen, namentlich mit Chlormetallen gemengt oder verunreinigt sind.

Bestimmung der Salpetersäure in ihren Salzen nach Abscheidung der Basen vermittelst Schwefelwasserstoff oder durch lösliche Schwefelmetalle.

Die Metalloxyde, welche aus ihren Lösungen durch Schwefelwasserstoff vollständig als Schwefelmetalle abgeschieden werden, können durch dieses Reagens auch von der Salpetersäure getrennt werden. Hat man das Metalloxyd durch Schwefelwasserstoffgas abgeschieden, so enthält die

vom Schwefelmetall abfiltrirte Flüssigkeit die ganze Menge der Salpetersäure, welche dann in ihrer Lösung in Wasser maafsanalytisch oder durch alkalische Erden bestimmt werden kann.

Hierbei ist es aber von der gröfsten Wichtigkeit aus der vom Schwefelmetall filtrirten Lösung der Salpetersäure den aufgelösten Schwefelwasserstoff auf das Vollständigste zu entfernen. Geschieht diefs nicht, so können durch diesen Umstand sehr grofse Ungenauigkeiten in der Analyse geschehen. Behandelt man nämlich die Flüssigkeit mit Baryterdehydrat oder mit kohlensauren alkalischen Erden, so bildet sich bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff Schwefelmetall, das sich leicht in der Lösung durchs Erhitzen zum Theil in ein unterschweflichtsaures Salz verwandelt, das gemeinschaftlich mit der salpetersauren alkalischen Erde sich auflöst, die Menge desselben, wenn sie durch Abdampfen erhalten wird, vermehrt, und ebenfalls das Gewicht der

felsaure Baryterde erhalten, die 38,65 Proc. Salpetersäure im angewandten Salze entsprechen. Dasselbe enthält indessen nur 33,44 Proc.

Als Hr. Finkener indessen wiederum krystallisirtes salpetersaures Wismuthoxyd, 2,2455 Grm., mit Schwefelwasserstoff behandelte, wurde die vom Schwefelwismuth getrennte Flüssigkeit mit schwefelsaurem Kupferoxyd, sodann mit Barytwasser versetzt, und so verfahren, wie oben erörtert worden ist. Es wurden 1,5805 Grm. schwefelsaure Baryterde erhalten, die 32,63 Proc. Salpetersäure im Wismuthsalze entsprechen [1]).

Bei Fällung eines Metalloxyds aus einem salpetersauren Salze durch Schwefelammonium, und Zersetzung der vom Schwefelmetall abfiltrirten Flüssigkeit durch alkalische Erden, wird die Bildung von unterschweflichtsauren alkalischen Erden noch mehr befördert. Sie ist daher ganz zu verwerfen.

Früher bediente man sich auch des Schwefelbaryums, um durch eine Lösung desselben die salpetersauren Metalloxyde zu zersetzen. In der vom Schwefelmetall geschiedenen Flüssigkeit zersetzte man den Ueberschufs des Schwefelbaryums durch Kohlensäuregas. Indessen auch hierbei bildet sich unterschweflichtsaure Baryterde, so dafs die Methode nicht anwendbar ist.

Als auf diese Weise salpetersaures Zinkoxyd durch Schwefelbaryum gefällt, und der Ueberschufs von letzterem durch Kohlensäure abgeschieden wurde, liefs sich die

1) Es wurde bei diesem Versuche auch die Menge des Wismuthoxyds im Salze auf die Weise bestimmt, dafs das Schwefelwismuth durch starke Salpetersäure oxydirt, und darauf geglüht wurde. Um indessen die Schwefelsäure aus dem Oxyde vollständig zu verjagen, mufste dasselbe zum Schmelzen gebracht werden. Bei niedrigeren Temperaturen konnte selbst mit Hülfe von kohlensaurem Ammoniak (durch welches eine theilweise Reduction hervorgebracht wird) die Schwefelsäure nicht vollständig verjagt werden. Es wurden 1,086 Grm. geschmolzenes Wismuthoxyd erhalten, die 48,36 Proc. im Salze entsprechen. Nach der Berechnung sind nur 47,93 Proc. darin enthalten.

Mengung von Schwefelzink und kohlensaurer Baryterde gar nicht wegen Anwesenheit von unterschweflichtsaurer Baryterde auswaschen. Nach längerem Erhitzen wurde in der filtrirten Flüssigkeit die Baryterde durch Schwefelsäure gefällt. Zugleich wurde aus dem Niederschlage des Schwefelzinks und der kohlensauren Baryterde nach Auflösung in Chlorwasserstoffsäure die Baryterde durch Schwefelsäure entfernt, und das Zinkoxyd als Schwefelzink gefällt, das in einem Wasserstoffstrome geglüht wurde. Es wurden aus 1,378 Grm. des salpetersauren Zinkoxyds 1,658 Grm. schwefelsaure Baryterde und 0,4525 Grm. Schwefelzink erhalten. Diefs entspricht 55,74 Proc. Salpetersäure und 27,42 Proc. Zinkoxyd im Salze, welche nur 36,56 Proc. Salpetersäure erfordern. Man sieht hieraus, welche bedeutende Fehler in der Bestimmung der Salpetersäure durch die Bildung von unterschweflichtsaurer Baryterde bei Anwendung der beschriebenen Methode entstehen können.

stimmen, wenn kein Krystallwasser im Salze enthalten ist, und die Base nicht in ein höheres Oxyd verwandelt wird.

Die Salpetersäure wird ferner durch Schwefelsäure ausgetrieben, und aus der Menge des erhaltenen schwefelsauren Salzes kann die der Salpetersäure berechnet werden.

Die salpetersauren Salze, welche starke Basen enthalten, werden durchs Glühen mit einem Ueberschufs von Chlorammonium in Chlormetalle verwandelt, aus denen man die Menge der Base berechnen kann. Man mengt zu diesem Zwecke das zu untersuchende salpetersaure Salz mit einem Ueberschusse von reinem Chlorammonium in einem Platintiegel oder besser in einem Porcellantiegel zusammen, und erhitzt das Ganze mit aufgelegtem Deckel vorsichtig bis zum Rothglühen, das man so lange unterhält, bis keine Dämpfe von Chlorammonium sich mehr verflüchtigen. Man wiederholt diese Operation so oft, bis keine Gewichtsabnahme mehr statt findet. Es sind besonders die salpetersauren Alkalien, welche auf diese Weise vollständig in alkalische Chlormetalle verwandelt werden. Bei der Zersetzung mancher anderer salpetersauren Salze durch Chlorammonium ist die Menge des erhaltenen Chlormetalls, wegen der Flüchtigkeit desselben schwer mit Sicherheit zu bestimmen. Man könnte bei mehreren das Chlormetall zu Metall reduciren, wenn das Glühen des Gemenges des salpetersauren Metalloxyds mit Chlorammonium in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas bewerkstelligt würde, auf dieselbe Weise wie ich diefs früher bei der Zersetzung gewisser Cyanverbindungen durch Chlorammonium gezeigt habe [1]); die Reduction zu Metall kann aber bei den salpetersauren Salzen unmittelbar ohne Dazwischenkunft von Chlorammonium durch Wasserstoffgas bewerkstelligt werden.

Graf Schaffgotsch hat schon vor längerer Zeit gezeigt [2]), dafs man eben so gut wie kohlensaure Salze auch

1) Pogg Ann. Bd. 115, S. 500.

2) Pogg Ann. Bd. 57, S. 266.

die salpetersauren Salze durch Borax zerlegen und die Menge der Base mit Sicherheit in ihnen bestimmen kann[1]).

Es ist hierbei indessen nothwendig, das salpetersaure Salz und den geschmolzenen Borax im fein gepulverten Zustande mit einander zu mengen, weil sonst bei der Zersetzung des ersteren durch die Hitze ein zu starkes Aufschäumen und Umherspritzen stattfindet, welches bei aller Aufmerksamkeit Verluste von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Proc. herbeiführt. Es ist deshalb vorzuziehen, bei der Zersetzung der salpetersauren Salze statt des Borax das zweifach-chromsaure Kali anzuwenden, wie diefs Persoz vorgeschlagen hat[2]). Nach dieser Methode erhält man sehr genaue Resultate, wenigstens bei der Zersetzung der salpetersauren Alkalien. Man verfährt dabei auf folgende Weise: Das salpetersaure Alkali wird in einem etwas geräumigen Platintiegel mit concavem Deckel abgewogen und bei sehr gelinder Hitze geschmolzen. Nach dem Erkalten legt man auf dem Kuchen

dafs durch das zweite Erhitzen der Tiegel sein Gewicht nicht verändert hat.

Die Bestimmung der Salpetersäure vermittelst des zweifach-chromsauren Kalis ist bei der Untersuchung der salpetersauren Alkalien deshalb noch besonders zu empfehlen, weil eine Einmengung von alkalischen Chlormetallen, auch von schwefelsauren Alkalien ohne Einfluſs auf die richtige Bestimmung der Salpetersäure ist. — Es bilden sich bei keiner dieser Operationen Spuren von Chromoxyd, wenn nicht vom Deckel etwas vom Inhalte des Tiegels auf die Aufsenseite desselben fliefst und mit den verbrennlichen Gasen der Lampe in Berührung kommt.

Als Hr. Finkener auf diese Weise 2,0660 Grm. salpetersaures Kali mit zweifach-chromsaurem Kali behandelte, erhielt er einen Gewichtsverlust von 1,1030 Grm. oder von 53,39 Proc. Als darauf 2,0434 Grm. salpetersaures Kali mit der halben Menge von Chlorkalium und dem $2\frac{1}{2}$ fachen von zweifach chromsauren Kali zusammengeschmelzt wurden, betrug der Gewichtsverlust 1,0930 Grm. oder 53,49 Proc. Im Salpeter sind aber 53,39 Proc. Salpetersäure enthalten [1]).

1) Das zweifach chromsaure Kali läfst sich auf eine ähnliche Weise auch vortrefflich zur Bestimmung der Kohlensäure in den kohlensauren Salzen anwenden. Wenn man das kohlensaure Salz auf den Boden des Platintiegels legt, und es dann mit dem zweifach chromsauren Kali bedeckt, so mufs der Tiegel etwas länger der schwachen Rothglühhitze ausgesetzt werden, als bei der Untersuchung der salpetersauren Salze. Durch 0,8530 Grm. von kohlensaurem Natron, mit der fünffachen Menge von zweifach chromsaurem Kali zusammengeschmelzt, wurde ein Gewichtsverlust von 0,3554 Grm. oder von 41,66 Proc. erhalten. Im angewandten Salze sind 41,51 Proc. Kohlensäure enthalten.

VI. *Ueber die elektrische Flaschenentladung; von W. Feddersen in Leipzig.*

II.

Die Methode der Untersuchung — den rotirenden Hohlspiegel, welcher das Bild des Entladungsfunkens in natürlicher Gröfse auf einer bestimmten Ebene projicirt — und die gebrauchten Apparate habe ich im Wesentlichen in diesen Annalen Bd. CXIII S. 441 u. f. beschrieben; ebenso die Hauptsachen hervorgehoben, welche unmittelbar mit dem Auge während des Aufblitzens der Erscheinung wahrzunehmen sind. Indem ich auf ein eigenthümliches Zerfallen des Bildes in regelmäfsige Querabtheilungen aufmerksam machte, wofür ich eine schematische Abbildung beifügte, und die

ich glaube, die Vortheile dieser schon in den Berichten der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften von 1859 von mir bekannt gemachten Art der Beobachtung sind nach allen Seiten hin so evident, dafs ich kein Wort weiter darüber zu sagen brauche.

Für die Ausführung will ich nur noch erwähnen, dafs gute photographische Präparate mir im Allgemeinen nicht ihren Dienst versagten; obschon in vielen Fällen, z. B um die anfangende continuirliche Entladung darzustellen, auf die äufserste Empfindlichkeit zu halten war. Das Auge ist zwar im Stande noch schwächere Lichteindrücke von kurzer Dauer wahrzunehmen, als die photographische Platte; allein gegen das Licht des Funkens zeigt sich auch die letztere ausnehmend empfindlich. Aus den später folgenden Zahlen wird man schliefsen können, dafs in einzelnen Fällen die Einwirkung des Lichtes auf einen Punkt der Platte etwa ein Milliontel einer Sekunde gedauert, dennoch aber einen kräftigen Eindruck hinterlassen hat. Man wird zunächst daraus folgern, dafs der elektrische Entladungsfunke eine aufserordentliche Menge chemischer Strahlen enthält.

Photographische Bilder[1]) des Entladungsfunkens bei ruhendem Spiegel.

Theils, weil es zur Deutung des Funkenbildes bei Bewegung des Spiegelrotationsapparates zweckdienlich ist, theils weil auch noch andere Aufschlüsse dadurch gegeben werden, bespreche ich zunächst die zahlreichen Funkenbilder, welche ich bei ruhendem Spiegel dargestellt habe.

Fig. 1 Taf. I giebt das Bild eines Entladungsfunkens zwischen zwei mit *keiner* isolirenden Substanz überzogenen Kupferkugeln bei zwar langem aber gut leitendem Schlie-

1) Ich möchte hier ein und für alle Mal bemerken, dafs sämmtliche Funkenbilder in derselben Gröfse dargestellt sind, wie ich sie entweder bei ruhendem oder bei rotirendem Spiegel erhalten habe, ferner dafs die Lage des dem Innenbeleg zunächst stehenden Poles durch +, die Lage des mit dem Aufsenbeleg näher verbundenen Poles durch — bezeichnet ist.

ſsungsbogen, für den die Beobachtungen am rotirenden Spiegel eine beträchtliche Reihe von Querabtheilungen (Oscillationsstreifen) hatten wahrnehmen lassen. An jedem Pole unterscheidet man deutlich mehrere Punkte, von denen die Entladung ausgegangen ist. Wenn dieselben auf dem Bilde in einer Reihe stehen, weil sie auf eine Ebene projicirt sind, so darf man doch annehmen, daſs sie in Wirklichkeit unregelmäſsig auf den einander gegenüberstehenden Kugelabschnitten vertheilt sind. Das Ansehen der Kugeloberflächen nach einer solchen Entladung dient zur Bestätigung. Schon früher zeigte ich durch die Darstellung Priestley'scher Flecke [1]), daſs bei einer Entladung, für welche der rotirende Spiegel eine Reihe von Querstreifen gab, eine Zeichnung auf den beiden Polkugeln entstand, die, an beiden dem Charakter nach sehr ähnlich, auf ein Ausströmen der Elektricität von mehreren discreten Punkten jeder Kugel schlieſsen lieſs.

achteten Ansatzstellen im Durchschnitt kleiner wird. Bei einem Widerstande, für den der rotirende Spiegel drei bis vier Oscillationsstreifen zeigte, habe ich z. B. Fig. 2 Taf. I erhalten, während Fig. 3 Taf. I eine Entladung darstellt, wo der zweite Oscillationsstreifen bei rotirendem Spiegel kaum angedeutet war, und endlich Fig. 4 Taf. I bei einem Widerstande erhalten ist, der den Gränzwiderstand um etwa das Doppelte übertraf. In letzterem Falle habe ich *nie* die Andeutung eines zweiten Ausströmungspunktes wahrgenommen. Sind die Kugeln fein polirt, so geben sie noch zu einem Spiegelbild des ganzen Funkens Veranlassung. Ein feiner etwa 1^{mm} langer Fortsatz, welcher sich in Fig. 6 Taf. I an das Funkenende der positiven Seite, in Fig. 7 Taf. I an das der negativen Seite, als ein kleiner Schweif anschliefst, wird, wie ich hoffe, auf der Lithographie hinreichend deutlich ein solches Spiegelbild erkennen lassen. Ich erwähne desselben besonders, damit es nicht etwa als ein zweiter Ausströmungspunkt gedeutet werde.

Das Ausströmen der Elektricität von mehreren discreten Punkten der Kugeln bei einem gut leitenden Schliefsungsbogen kann für die Beobachtung der Oscillationen und die Messung ihrer Dauer von Nachtheil seyn, da in der Verbreiterung des Funkens nur zeitliche Veränderungen gesucht werden, die Lage des Funkens selbst aber während der Entladung als unveränderlich vorausgesetzt wird. Um einer solchen Voraussetzung zu genügen, lassen sich zwei Wege einschlagen: entweder kann man für den zu beobachtenden Funken dünne Drähte als Pole anwenden, indem man die Entladung an einem anderen Punkte der Leitung zwischen Kugeln einleitet, oder man kann zu Polen Metallkugeln verwenden, welche, ausgenommen zwei kleine einander gegenüberliegende Punkte, mit einer isolirenden Substanz überzogen sind.

Das Funkenbild Fig. 5 Taf. I zeigt die Form eines Entladungsfunkens bei gut leitendem Schliefsungsbogen, wenn an der positiven Seite ein nackter dünner Kupferdraht, an der negativen eine Kupferkugel, welche bis auf eine kleine etwa

$\frac{1}{4}^{mm}$ weite Oeffnung einen Schellacküberzug hatte, angebracht war. Man sieht, dafs am Ausströmungspunkte der Kugel sich der Funke am meisten verengt, und wird es aus diesem Grunde wohl zweckmäfsig finden, dafs ich zu Polkörpern bei den Beobachtungen für Bestimmung der Oscillationsdauer Kugeln gewählt habe, die auf solche Art mit Schellack oder Kautschuck überzogen waren.

Vergleicht man die Lichtentwicklung, welche bei verschiedener Form der Pole stattfand, so springt noch ein anderer Vortheil dieser Wahl in die Augen. Je mehr ich den Strom der Elektricität künstlich auf einen engen Raum beschränkte, desto gröfser zeigte sich im Allgemeinen die im Funken entwickelte Lichtintensität. Fig. 6 und 7 Taf. I mögen dafür ein Beispiel geben. Eine Entladung von acht Flaschen mit Einschaltung des der Leitung und Flaschenzahl entsprechenden Gränzwiderstandes lieferte das Bild Fig. 6 als die positive Kupferkugel nackt und die negative

einer Form zusammengezogen, wie sie Fig. 8 Taf. I darstellt. Eine feine Funkenlinie [1]) verbindet die Pole, aufserdem tritt aber aus der Oeffnung des Schellacküberzuges an jedem der beiden Pole ein Lichtbüschel hervor, der im Allgemeinen um so schwächer wird, je mehr man den Gränzwiderstand überschreitet. Die feine Funkenlinie scheint der einleitende Partialfunke zu seyn, der auf einem mehr oder weniger geraden Wege die Continuität des Schliefsungsbogens herstellt; während die Entladung ihren weiteren Fortgang nimmt, scheinen von beiden Polen Metalltheilchen losgerissen und aus der Oeffnung im Schellack, wie aus einem Krater herausgeschleudert zu werden. In einzelnen seltneren Fällen, wo die Elektricität im einleitenden Partialfunken einen abnormen Weg eingeschlagen hatte, zeigte sich für diese Annahme ein deutlicher Beleg. Fig. 9 stellt das Bild eines solchen Entladungsfunkens zwischen überzogenen Zinnkugeln bei Anwendung von acht Flaschen und überschrittenem Gränzwiderstande im Schliefsungsbogen dar. Die Entladungserscheinung Fig. 9 sowohl als das unter denselben Bedingungen zwischen Magnesiumpolen entstandene Bild Fig. 10 dürften vielleicht aufserdem zu der Ansicht führen, dafs die fortgeschleuderten Metalltheilchen, wenn sie losgerissen sind, nichts weiter mit der Elektricitätsbewegung zu thun haben, dafs sie beim Abreifsen eine Richtung der Bewegung erhalten, nach der sie fortfliegen, gleichviel ob diese Richtung mit der Bahn der Elektricität, welche durch den ersten Partialfunken gegeben wurde, zusammenfällt (wie es in der Mehrzahl der Fälle allerdings stattfinden mufs) oder ob beide Wege aus einander gehen [2]).

1) Die feine Linie erscheint nicht immer einfach und continuirlich; in mehreren Fällen habe ich sie wie aus zwei Stücken zusammengesetzt beobachtet, wovon Fig. 3 eine Vorstellung giebt.

2) Es dürfte vielleicht nicht uninteressant seyn auf die Preisfrage hinzuweisen, welche von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen für das Jahr 1858 gestellt und für 1861 wiederholt worden ist. Es wird darin in Bezug auf das Ueberführen von Metalltheilchen bei elektrischen Entladungen gefragt:

Indem ich eine Menge von Entladungsbildern darstellte, zeigte sich im Allgemeinen, dafs die fortgeschleuderten Theilchen in dem Bilde um so weiter zu verfolgen waren, je kleiner die Oeffnung in der isolirenden Substanz, je enger also der Krater ist, aus dem sie herausflogen.

Ist in der Leitung der für die elektrische Oberfläche und den gebrauchten Schliefsungsbogen gültige Gränzwiderstand überschritten, so habe ich schon früher angenommen, dafs sich die Elektricität im Funken während der ganzen Dauer der Entladung nur in *einer* Richtung bewegt. Für diesen Fall können wir daher an die Funkenbilder die Frage richten, wo die gröfste Lichtintensität stattfinde, da, wo die positive Elektricität aus dem metallischen Leiter austritt, oder da, wo sie wieder eintritt. Allein die zahlreichen Bilder, welche ich darstellte, gaben selbst für den Fall, wo ich beide Polflächen von durchaus gleicher Beschaffenheit wählte, keine entschiedene Antwort. Nur in der Mehrzahl der

Kupferkugeln, Fig. 11 Taf. I zwischen fein polirten Stahlkugeln (mit alleiniger Weglassung der von den Kugeln herrührenden Spiegelbilder).

Ich möchte zugleich an das erinnern, was ich über die Verschiedenheit der Priestley'schen Flecke bei Einschaltung des Gränzwiderstandes in diesen Annalen Bd. CXII S. 456 gesagt habe, und der Bequemlichkeit halber die Zeichnung, welche die continuirliche Entladung auf den Polflächen von Stahl hervorbrachte, hier noch vorführen. Fig. 11 *a* und *b* waren die Spuren, welche die Entladung durch den Funken Fig. 11, respective auf der mit dem Aufsenbeleg und der mit dem Innenbeleg verbundenen Stahlkugel, zurückgelassen hatte, mit einer zehnfach vergröfsernden Loupe beobachtet [1]).

Was bei der Vergleichung des photographischen Lichteindrucks und der Priestley'schen Flecke zunächst auffällt, ist, dafs auf der Polkugel, an welcher die meisten chemischen Strahlen sich entwickelten (auf der negativen Kugel), der geringste Eindruck hinterlassen war. Hier zeigte sich jene von mir a. a. O. schon erwähnte Wolke von Oxyd als ein leichter graublauer Hauch. Der positiven Kugel, von der die Elektricität der Flaschen bei der Entladung ausging, entsprach dagegen eine geringere Lichtwirkung, obschon auf ihrer Oberfläche nach der Entladung eine viel tiefere Spur, freilich auf einen engeren Raum, concentrirt zurückgelassen war. Hier zeigte sich nämlich besonders dunkel und scharf jener ebenfalls a. a. O. erwähnte kleine runde Fleck, der in der Mitte ein mehr oder weniger zerschmolzenes Ansehen hat.

1) Noch einmal möchte ich die Brauchbarkeit der sich hierauf begründenden Methode zur Bestimmung des Gränzwiderstandes hervorheben, sobald man mit beträchtlichen Elektricitätsmengen operiren kann, und hinzufügen, dafs die Figuren der Flecke auf fein polirten Kugeln von Stahl besonders klar hervorzutreten scheinen, während die Unterschiede auf Zinn- oder Zinkkugeln nicht charakteristisch waren. Wenn ich diese Wahrnehmungen mehr nur beiläufig gemacht habe, so glaube ich doch, verlohnte sich eine eingehende Untersuchung dieser Verhältnisse wohl der Mühe.

Was die Abhängigkeit der Lichtintensität des Funkens von dem angewandten Metall der Pole betrifft, so kann ich hier nur im Allgemeinen sagen, dafs die verschiedenen Metalle sich in dem Grade ihrer Wirkung allerdings verschieden zeigten; Kupferpole gaben mir zum Beispiel, alle übrigen Umstände berücksichtigt, eine besonders geringe, Magnesium als Pole angewandt, eine besonders hohe Intensität der photographischen Wirkung des Entladungsfunkens. Eine bestimmte Classification derjenigen Metalle, welche ich versucht habe, war in dieser Hinsicht bei den auftretenden Unregelmäfsigkeiten der Explosion unmöglich.

Photographische Bilder des Entladungsfunkens bei rotirendem Spiegel.

Die Bilder bieten ein ganz verschiedenes Ansehen, je nachdem sie mehr oder weniger aus einander gezogen sind; dicht an einander liegend und zum Theil sich deckend er-

selben gegen die Mitte so gerichtet zu sehen glaubt, als wenn sie die Mitte durchsetzten, kann dieses Durchsetzen eben so wohl auf Täuschung beruhen, indem die Richtung der Streifenenden aufser vor der *Geschwindigkeit* der geschleuderten Theilchen auch von der *Richtung* letzterer wesentlich abhängen mufs (vergl. Fig. 10 Taf. I). Es ist überhaupt schwer, das Zusammenwirken von Raum und Zeit richtig zu bestimmen, sobald man sich nicht mehr auf die äufsersten Gränzen des Funkenbandes in der Betrachtung beschränkt, wo die leuchtenden Theilchen der Lage des vom Schellack befreiten Punktes der Kugeln im Bilde genau entsprechen.

Als charakteristisch springt ein regelmäfsiges Alterniren der Lichtintensität an beiden Säumen in die Augen, der Art, dafs die Querstreifen zwar im Allgemeinen gegen das Ende der Entladung an Intensität abnehmen, allein nicht gleichförmig abnehmen. Die Querstreifen, welche der Reihe der ungeraden Zahlen entsprechen, bilden für sich, ebenso die Querstreifen, welche der Reihe der geraden Zahlen entsprechen, vom ersten angerechnet, wiederum für sich, sowohl am oberen als am unteren Saume eine gleichförmig abnehmende Reihe. Gegen das Ende der Entladung wird die Intensität der Streifen schwach und zugleich verschwinden auch die Unterschiede mehr und mehr. Oft sind die Unterschiede überhaupt schwach, wie in den beiden gleichzeitigen Funkenbildern Fig. 30, wo sie auf der Lithographie leider kaum noch wahrgenommen werden.

An dem oberen Saume von Fig. 12 kann es zweifelhaft seyn, wo man den ersten Querstreifen zu setzen habe; ein solcher Zweifel kann leicht entstehen, wenn die Explosion sehr heftig und unregelmäfsig ist und das Bild nicht stark aus einander gezogen wird, besonders wenn im ganzen mittleren Theile des Funkenbandes (wie bei Fig. 30) die Querstreifen vollständig in einander verwischt sind.

Jenes regelmäfsige Alterniren der Lichtintensität, wofür ich allerdings aufser Fig. 12 noch deutlichere Abbildungen hätte geben können, läfst sich zu häufig beobachten, als dafs

man es für eine Zufälligkeit halten dürfte, und zwar läfst sich, wenn die Querstreifen auch den mittleren Theil des Funkenbandes deutlich durchsetzen, und die Pole in ihrer äufseren und inneren Beschaffenheit einander möglichst gleich gebildet sind, oft sehr schön verfolgen, dafs wenn das eine Ende eines Querstreifens ein relatives Maximum in der Reihe zeigt, am andern Ende desselben Querstreifens ein relatives Minimum der Intensität auftritt, so wie, dafs sich diese Erscheinung beim folgenden Querstreifen umkehrt, beim nächstfolgenden von Neuem umkehrt usw. Fig. 31 Taf. I zeigt die Unterschiede leider nicht so deutlich als die Originalplatte, weil ich eine zu grofse Besorgnifs gehegt habe vor einer Uebertreibung in der Zeichnung auf dem Steine, indem ich es durchaus vermeiden wollte, schematische Abbildungen zu geben.

Da in einem elektrischen Strome nichts Anderes existirt, was seine Richtung wechseln, was sich umkehren kann, als

Wenn man hierin eine Gewähr für die Theorie der Oscillationen finden zu können glaubt, so wird man, wenn man sich auf den Standpunkt dieser Ansicht stellt, zunächst fragen, welcher Pol in jeder Querabtheilung die gröfste Lichtintensität liefere, derjenige von dem die positive Elektricität ausströmt oder der, in welchen sie wieder eintritt.

Eine entschiedene Antwort hat mir das Experiment auf diese Frage nicht gegeben. Zwar habe ich bei Anwendung von Zinnkugeln fast ohne Ausnahme den positiven Pol überwiegend gefunden [1]), bei Anwendung von Eisen oder Stahl (ebenso von Nickel) fast in allen Fällen den negativen, allein es ist leicht möglich, dafs die Gröfse des Kraters, die, wie ich zum Theil schon gezeigt habe und später noch weiter zeigen werde, auf die Art des Fortschleuderns der Theilchen so wesentlichen Einfluſs hat, auch hier wieder eine Rolle spielt. Ich habe wenigstens bei Anwendung von Kugeln aus Kupfer eine Anzahl von Bildern erhalten, wo der negative Pol stets die gröfste Intensität zeigte, eine andere (geringere) Anzahl, wo der positive Pol der zumeist leuchtende zu seyn schien, aufserdem freilich auch noch eine nicht unbedeutende Anzahl, wo ein regelmäfsiges Alterniren nicht deutlich hervortrat.

Bei langem gut leitendem Schliefsungsbogen habe ich die Querabtheilungen zu einer Breite aus einander ziehen können, bei welcher eigenthümliche Erscheinungen zum Vorschein kamen.

Aufser der Zeichnung, welche das ganze Funkenband durch die Eintheilung in gleiche Querräume erhält, tritt in jeder Querabtheilung noch für sich wieder eine besondere Zeichnung hervor. Eine zahlreiche Menge von Bildern habe ich dargestellt und eine solche Mannigfaltigkeit der Erscheinungen gefunden, dafs ich anfangs an einer bestimmten Deu-

gemacht hatte, bevor ich wufste, dafs die Theilung des Entladungsstromes zwischen zwei Paaren ungleicher Polflächen im luftverdünnten Raume (diese Annalen Bd. CXV S. 336) so eclatante Resultate liefern kann.

1) Auch für Blei und Silber erhielt ich diesem entsprechende Bilder, allein die Unterschiede waren nicht so frappant wie beim Zinn.

tung verzweifeln zu müssen glaubte. Durch fortgesetzte Beobachtungen darf ich dennoch behaupten, einige Anhaltspunkte gewonnen zu haben, wenn ich mich auch keineswegs vermesse, die Eigenthümlichkeiten eines jeden besonderen Falles stets auf die Ursachen zurückführen zu können.

Zunächst möchte ich auf die Figuren [1]) 17 bis 22 Taf. I, welche bei derselben Rotationsgeschwindigkeit des Apparates erhalten sind, so wie auf die zweite Hälfte der Figuren 25 und 26 aufmerksam machen. Dieselben rühren sämmtlich von Entladungen her, welche zwischen Polen von Eisen zu Stande gekommen sind. Die den Figuren 17, 18 sowie 20 bis 22 entsprechenden Photographien sind auch noch bei Anwendung derselben elektrischen Oberfläche, sowie ein und desselben Schliefsungsbogens hervorgebracht; das Einzige, was hier verändert wurde, ist die Form der Pole, indem Fig. 18 eine Entladung zwischen Drähten, Fig. 17 eine Entladung zwischen Kugeln darstellt, welche letztere die kleinste kraterförmige Oeffnung im Schellacküberzuge be-

des Lichtes nunmehr am Pole des Innenbelegs wahrnimmt. Bei der dritten Querabtheilung tritt eine abermalige Umkehr auf, usw.[1]).

Jenes vorzugsweise discontinuirliche Austreten des Lichtes an dem negativen Pole, welches ich bei Anwendung keines anderen Metalles so charakteristisch beobachtet habe, als wenn die Pole von Eisen gewählt waren, zeigte sich bei verschiedener Schlagweite (Fig. 20 und 21 Taf. I) sowohl, als bei verschiedener elektrischer Oberfläche (Fig. 19), war aber durch die Form der Flächen, zwischen denen die Elektricität überströmte, wesentlich beeinflufst. Ich habe gefunden, dafs sich ein der Fig. 21 entsprechendes Funkenbild nur dann sicher erhalten läfst, wenn die feinen Oeffnungen auf den nach mehrfach erwähnter Art überzogenen Kugeln weder zu klein noch zu grofs sind. War die Oeffnung zu klein, so verliefen die meist feineren Lichtstreifen fast senkrecht zur Richtung des Funkenbandes; es fand nicht mehr das Ineinanderflechten der Lichtcurven statt und es konnte zweifelhaft scheinen, von welchem der beiden Enden einer Querabtheilung der unregelmäfsige Austritt des Lichtes erfolgt war, Fig. 17. War die Oeffnung zu grofs, dann verlor die Zeichnung meistens an Feinheit und Bestimmtheit, die Bahnen neigten sich mehr zu gleicher Richtung mit der Richtung des Bandes; die Erscheinung wurde überhaupt demjenigen Falle ähnlicher, wo die Polkugeln ganz nackt waren. In diesem Falle nämlich beschränkte sich das Licht mehr auf die Säume des Funkenbandes [ähnlich, wie bei dem Bilde Fig. 18 einer zwischen Eisendrähten zu Stande gekommenen Entladung[2])], die Lichtintensität der Entladung

1) Dafs diese Erscheinungen nicht etwa nur von dem die Oeffnung umkleidenden Schellack oder Kautschuck herrühren, beweist der Umstand, dafs ich ähnliche Unterschiede, freilich nicht so scharf und präcise, auch dann häufig beobachtet habe, wenn die Kugeln der Pole frei waren, oder wenn Drähte die Pole bildeten.

2) Wenn die Anwendung von Drähten statt der nackten Kugeln eine ähnliche Figur lieferte, so schien mir die Lichtintensität im Ganzen doch für Drähte bei Entladung nahe derselben Elektricitätsmenge gröfser zu seyn, als für nicht überzogene Kugeln aus demselben Material.

im Ganzen war geringer und ein discontinuirliches Austreten des Lichtes am negativen Pole höchstens nur undeutlich wahrzunehmen.

Doch selbst wenn die Polflächen scheinbar die günstigste Beschaffenheit hatten, traten in einzelnen Fällen Unregelmäfsigkeiten ein, die (wie z. B. in Fig. 22 Taf. I die Unähnlichkeit der beiden Säume) ich nicht immer zu erklären im Stande war. Indefs für die Deutung der Erscheinungen im Allgemeinen lassen die zahlreichen Photographien, welche ich mit Vertauschung und Veränderung der Pole dargestellt habe, wie ich glaube, keinen Zweifel mehr übrig. Die Lichtbahnen, welche sich in den Figuren verfolgen lassen, entsprechen ohne Frage der Bewegung der von den Polen fortgeschleuderten glühenden Metallpartikelchen; indem die Lage jedes glühenden Theilchens auf dem Bilde durch die Zusammensetzung der verticalen Ortscomponente mit der horizontalen Zeitcomponente be-

gehenden Lichtbahnen zeigen in der That den Charakter solcher Curven und berechtigen, wie ich glaube, zu einigen allgemeinen Schlüssen.

Wenn mir Fig. 9 und 10 Taf. I zu beweisen schienen, dafs die aus der kraterförmigen Oeffnung des Schellacküberzuges herausfliegenden Metalltheilchen nichts weiter mehr mit der Elektricitätsbewegung zu thun haben, so blieb es doch noch ungewifs, ob die Geschwindigkeit, mit der die Theilchen herausgeschleudert werden, abhängig sey von der gerade stattfindenden Stromstärke. Im Allgemeinen mufs man wohl einen solchen Zusammenhang voraussetzen, da die Elektricität ja die letzte Ursache des Fortschleuderns ist. Obwohl sich die Curven in den verbreiterten Funkenbildern im Allgemeinen um so steiler zeigen, einer je früheren Querabtheilung sie angehören; obwohl sie innerhalb einer Querabtheilung vielfach in der Mitte am steilsten sind, so wird man sich doch wundern können, — dafs — eine regelmäfsige Elektricitätsbewegung nach der Theorie der Oscillationen vorausgesetzt — keine gröfsere Regelmäfsigkeit in der Zeichnung auf den Figuren zu beobachten ist. Man wird zu dem Schlusse gedrängt, dafs entweder die Richtung, nach der die Theilchen fortfliegen, in jedem Augenblick grofsen Schwankungen unterliegt, oder dafs das Band, welches die Geschwindigkeit des Fortschleuderns mit der Stromstärke in einem geraden Verhältnifs verbindet, ein ziemlich loses ist. Mit Rücksicht auf die Schwankungen, welche sich zugleich in der Lichtintensität zeigen, möchte ich das Letztere annehmen.

In Bezug auf diese Schwankungen der Intensität des von jedem Pole ausgehenden Lichtes und in Bezug auf das, was sich trotz dieser Schwankungen als vorwiegend erkennen läfst, möchte ich noch Einiges bemerken. Im Allgemeinen sieht man auf den vorliegenden Entladungsbildern für Eisenpole ein Alterniren in Lichtintensität, der Gestalt, dafs an der Seite, wo das discontinuirlichere Ausströmen des Lichtes stattfindet (am negativen Pole) auch zugleich ein Intensitätsmaximum herrscht. Allein, dafs die

Unterschiede der Intensität variabler sind als die Unterschiede der Zeichnung, kann z. B. Fig. 19 Taf. I beweisen, wo der untere Saum zwar ein Alterniren, aber, wenigstens in den sechs ersten Querabtheilungen in entgegengesetztem Sinne, wie nach der vorher beschriebenen Weise zeigt, nämlich so, dafs das ruhigere Licht des positiven Poles die gröfsere Intensität besitzt.

Fig. 18 stellt eine Entladung dar, wie ich sie meistens zwischen Eisendrähten beobachtet habe; als eigenthümlich springt in die Augen, dafs das Licht am positiven Pol in der ersten Querabtheilung fast ganz unterdrückt ist[1]). Wenn die Mehrzahl der Bilder in dieser Weise ausfiel, so habe ich doch unter scheinbar ganz denselben Umständen ein Entladungsbild erhalten, wo *die positive Seite in analoger Weise, wie die in Figur* 18 *allein hervortretende negative und mit vollkommen derselben Stärke entwickelt war.*

Trotz der Entschiedenheit, mit der ich das *Alterniren* der Lichtintensität an den Enden der einzelnen Querstrei-

Bei Anwendung eines vom Eisen verschiedenen Metalles der Pole verringerte sich im Allgemeinen der Unterschied in der Weise des Fortschleuderns der Theilchen an beiden Polen. Nicht so schön, aber in demselben Sinne wie für Eisen habe ich die Unterschiede der Zeichnung unter andern an Polen von Nickel, Blei, (Fig. 16) Magnesium und Zink beobachtet. Der Entladungsfunke zwischen Kupferpolen hat mir überhaupt keine derartigen Lichtstreifen auf der Platte geliefert, ebenso wenig zwischen Polen aus Kohle, während Gold, Silber, Platin und Zinn mir keine ganz *entschiedenen* Resultate in Bezug auf die Stromrichtung gaben

Fig. 16 stellt das Bild einer Entladung dar, welche zwischen in erwähnter Art überzogenen Bleikugeln [1]) entstanden war. Für Fig. 15 war das Blei mit Zinn, für Fig. 14 mit Silber, für Fig. 13 mit Kupfer vertauscht. Nach allen Beobachtungen scheint mir aufser der Form der Pole auch die Natur derselben auf das verschiedenartige Abreifsen der Theile durch die Elektricität von Einflufs zu seyn.

Doch noch in anderer Weise modificirt die Natur des Metalls den Charakter der Erscheinungen und dieser Einflufs scheint mir keinen so wesentlichen Schwankungen zu unterliegen. Die Länge der Zeit, während welcher die einmal ins Glühen gebrachten Theilchen ihre Temperatur erhielten, zeigte sich nach der Art des Metalles sehr verschieden. Die Theilchen des Zinn schienen am schnellsten die einmal empfangene Lichtintensität zu verlieren. In Fig. 15 zum Beispiel sind die Querabtheilungen durch einen ganz durchgehenden vollkommen dunklen Raum von einander getrennt, und ein Nachleuchten der Theilchen über den Nullpunkt der Stromstärke hinaus, ist kaum zu bemerken. Dem Zinn kam das Zink in dieser Eigenschaft zunächst.

meistens von dem mittleren Werthe, welcher der Anordnung des Entladungsapparates entsprach, abweichend. Uebrigens waren die Abweichungen in der Quantität der entladenen Elektricitätsmenge unter sonst gleichen Umständen nicht sehr grofs.

1) Genau genommen waren meistens nur die gegenüber stehenden Kuppen der Kugeln aus dem bezeichneten Material.

Waren die fortgeschleuderten Theilchen Platin, so schien im Vergleich zu den andern von mir versuchten Metallen die Lichtwirkung am Längsten zu dauern, so dafs eine Unterscheidung der Querabtheilungen in dem mittleren Theile des Funkenbandes kaum möglich war. Dem Platin kam in dieser Eigenschaft das Silber am nächsten, während die übrigen untersuchten Metalle[1]) mit verschiedenen Nüancirungen eine mehr mittlere Stellung zwischen Platin und Zinn einzunehmen schienen. Die Dauer des Leuchtens der einmal ins Glühen versetzten Theile war im Uebrigen allerdings von der Intensität abhängig, sowie von dem Grade Anhäufung materieller Theile in der Funkenstrecke, allein der Einfluſs der metallischen Natur lieſs sich durchaus nicht verkennen.

Für eine leichte und präcise Beobachtung der Oscillationsdauer scheint hiernach empfehlenswerth, die Kugeln, zwischen denen der zu photographirende Entladungsfunke sich bilden soll, aus Zinn zu wählen.

gleichviel, zwischen welchen Polen die Entladung stattfindet; wenn nur elektrische Oberfläche und Leitung constant sind. Die Entladungsbilder 13 bis 22 Taf. I, ausgenommen jedoch Figur 19, sind bei Constanz dieser Elemente erhalten; dafs in den Figuren 13 bis 16 die Querabtheilungen eine etwas andere Breite haben als in den folgenden, rührt lediglich davon her, dafs für jene die Rotationsgeschwindigkeit eine etwas abweichende gewesen ist.

An mehreren der gegebenen Abbildungen (z. B. Fig. 14, 17, 19, 28^{b} Taf. I) sieht man den Anfang der ersten Querabtheilung durch einen Partialfunken bezeichnet. Dieser feine Funkenstrich, durch welchen die Entladungserscheinung eingeleitet wird, ist in vielen Fällen (besonders wenn die sphärische Abweichung ihn verbreitert) zu lichtschwach, um sich zu photographiren. Allein, dafs er stets vorhanden, scheinen die Beobachtungen mit blofsem Auge, so wie die Photographien bei ruhendem Spiegel zu beweisen. Durch diesen Partialfunken ist die Continuität des Schliefsungsbogens hergestellt und die Elektricitätsbewegung nimmt nun ihren regelmäfsigen undulatorischen Verlauf.

Um die Dauer einer Oscillation möglichst genau zu finden, habe ich stets die Ausdehnung einer Anzahl Streifen gemessen, durch ihre Zahl dividirt und aus dem arithmetischen Mittel mehrerer so an einem Bilde gefundenen Werthe ein Element zur Berechnung gewonnen. Ist die Zahl der Querstreifen grofs [1]) und die Funkendistanz nicht zu gering, so läfst sich die Messung an mehreren Stellen jeder Seite und wenn zwei Funken sich gleichzeitig gut abbildeten, an beiden Bildern [2]) ausführen, so dafs der aus der Messung selbst entstehende Fehler im Ganzen klein ist.

1) Da die Zahl der Querstreifen *cet. par.* bei der gröfsten Oberfläche auch am gröfsten ist, so wird der Fehler, welcher aus der Breitenmessung entsteht, bei 16 Flaschen im Allgemeinen am kleinsten ausfallen müssen, weshalb ich häufig den bei 16 Flaschen erhaltenen Werth der Oscillationsdauer der Berechnung für die übrigen zu Grunde gelegt habe.

2) Ist eins der Bilder nicht vertical und symmetrisch unter dem zugehörigen Funken entstanden, sondern weit nach einer Seite verschoben (oder

Es concurrirt indefs noch eine andere Fehlerquelle, die von der Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit herrührt und wesentlich gröfser ist. Der rotirende Spiegel erlangt nämlich nach einer gewissen Zeit das Maximum der Geschwindigkeit, ohne aber eine *vollkommen* gleichmäfsige Bewegung zu bekommen. Je kleiner die Bewegungsgeschwindigkeit durch Schwungrad und Windflügel und je gröfser gleichzeitig das treibende Gewicht gemacht wird, desto geringer fallen die Schwankungen aus. Da sie überhaupt aber nicht ganz zu vermeiden sind, so habe ich die Rotationsgeschwindigkeit im Allgemeinen während eines Zeitabschnittes bestimmt, in welcher zugleich die Beobachtung fiel. In der Regel, darf ich wohl behaupten, den wahrscheinlichen Fehler, welcher auf diese Weise den Beobachtungen anhaftet, auf 2 Proc. der beobachteten Gröfse zurückgeführt zu haben, und diefs genügte in den meisten Fällen, um die vorhandenen Gesetze mit hinreichender

Da die Summe der Abstände des Spiegels vom Funken und des Spiegels von der photographischen Platte auf die Rotationsebene projicirt, nahe 1054^{mm} betrug und bei beiden Beobachtungen der Spiegel 98 Rotationen in der Sekunde gemacht hatte, so ergab sich die Dauer einer Oscillation in Theilen einer Sekunde angegeben:

Für 4^{mm} Schlagweite.	Für 8^{mm} Schlagweite.
0",00000304	0",00000305

Bei Entladung von 16 Flaschen und einem sehr langen Schliefsungsbogen berechnete ich auf ähnliche Art aus angestellten Beobachtungen:

Oscillationsdauer bei einer Schlagweite von $1\frac{1}{2}^{mm}$	Oscillationsdauer bei einer Schlagweite von 9^{mm}
0",0000511	0",0000514

Die Veränderung der elektrischen Oberfläche oder der Zahl unter sich gleicher Flaschen bei sonst gleichen Verhältnissen äufsert einen Einfluſs nach dem Gesetze:

$$t = a\sqrt{s}$$

wo t die Oscillationsdauer, a eine nur von dem Schliefsungsbogen sowie von der Natur der Leidener Flaschen abhängige Constante und s die Flaschenzahl ist.

Folgende Beobachtungen sind bei einem nur $161^{m},3$ langen, aber nicht gerade ausgespannten, sondern seinem gröfsten Theile nach in verschiedenen (neun) Rollen aufgewickelten Schliefsungsdrahte gewonnen worden.

16 Flaschen	
Zahl der Querabtheilungen	Ausdehnung in Mm.
8	38,3
12	51,4
6	28,2
8	38,0
34	161,4

Mittlere Breite einer Querabtheilung $4^{mm},76$.

8 Flaschen.	
Zahl der Querabtheilungen	Ausdehnung in Mm.
5	24,6
5	24,3
7	34,6
8	39,1
7	34,0
32	156,6

Mittlere Breite einer Querabtheilung $4^{mm},89$.

4 Flaschen.		2 Flaschen.	
Zahl der Quer-abtheilungen	Ausdehnung in Mm.	Zahl der Quer-abtheilungen	Ausdehnung in Mm.
8	39,8	5	17,9
8	39,9	5	17,6
8	40,0	5	17,7
5	25,2	6	21,2
6	30,0	7	24,1
35	174,9	8	27,7
		36	126,2
Mittlere Breite einer Quer-abtheilung 5mm,00.		Mittlere Breite einer Quer-abtheilung 3mm,51.	

Da der Spiegel zu 925 Rotationen während der Entladungen von

16 Fl.	8 Fl.	4 Fl.	2 Fl.
54″,5	37″,3	26″,0	25″,8

Zeit gebrauchte, so ergeben sich, (weil die Summe der Ab-

Das eben bewiesene Gesetz möchte ich indefs noch verallgemeinern, ich möchte den Begriff der elektrischen Oberfläche mit dem der Capacität vertauschen, wie derselbe in ähnlichem Sinne schon von Thomson, Siemens u. A. gebraucht ist.

Denke ich mir einen constanten Entladungsapparat (etwa ein bestimmt gestelltes Funkenmikrometer) in der Weise in dem sonst continuirlichen Schliefsungsbogen angebracht, dafs die *Art* der Vertheilung auf beiden unveränderlichen einander gegenüberstehenden Kugeln sich nicht wesentlich ändert, wenn die elektrischen Oberflächen oder die Flaschen sammt ihrer Verbindung geändert werden, so kann ich Capacität diejenige Elektricitätsmenge nennen, welche eine Selbstentladung — eine Ausgleichung in dem ganzen System von Leitern — herbeiführt, und welche nach der Entladung mit entgegengesetztem Zeichen von jeder der beiden Belegungen verschwunden ist. Oder mit anderen Worten: Capacität [1]) kann diejenige Elektricitätsmenge genannt werden, welche — von dem Zustand einer gleichmäfsigen Vertheilung der Elektricitäten über alle Theile der Leitung [2]) angerechnet — jeder der beiden elektrischen Oberflächen (natürlich mit entgegemgesetztem Zeichen) hinzugefügt werden mufs, damit die freie elektrische Spannung [3]) an einem unveränderlichen Punkte der Leitung einen bestimmten Werth

Spiegelrotationen in einer Sekunde erhaltene Beoachtungen recht wohl unter einander überein.

Flaschen	Oscillationsdauer beobachtet	berechnet
16	0,00000222	—
12	0,00000196	0,00000192
8	0,00000158	0,00000157
4	0,00000110	0,00000111

1) Die so definirte Capacität ist zugleich auf dem Potential der gesammten Elektricität auf sich selbst proportional.

2) Dafs dieser Zustand u. A. auch dann hergestellt ist, wenn nirgends freie Elektricitäten mehr vorhanden sind, leuchtet wohl von selbst ein.

3) Die freie Elektricität auf der Leitung wird dabei als verschwindend gegen die Elektricität der betrachteten Oberflächen angenommen, ebenso wie auch die Fernwirkung der betrachteten Oberflächen auf den danach gewählten Punkt constanter Spannung als verschwindend anzusehen ist.

erhält, z. B. etwa einen solchen Werth, dafs für denselben am Entladungsapparat gerade eine Selbstentladung zu Stande kommt.

Habe ich z. B. zwei gleiche und gegen die Oberfläche der Leitung sehr grofse leitende Kugeln, welche durch jenen constanten Entladungsapparat verbunden sind, und sey die eine vollkommen abgeleitet, während die andere mit positiver Elektricität geladen wird; sey ferner $\varkappa$ diejenige Elektricitätsmenge, bei welcher eine Selbstentladung erfolgt, so kann ich nach dem Vorangegangenen $\varkappa$ die Capacität des Leitersystems nennen. Habe ich aber die zweite Kugel, gegen welche die erste sich entladen soll, *nicht* abgeleitet, so wird die Elektricitätsmenge, welche auf der anderen Kugel angehäuft seyn mufs, damit eine Selbstentladung im Entladungsapparat eintritt, zwar dieselbe $\varkappa$ seyn, allein nach der Entladung haben beide Kugeln sich in die Elektricitätsmenge $\varkappa$ *getheilt*; es ist nicht mehr so, wie in dem vorigen

gung (die vollkommene Ableitung) sondern gegen die innere Belegung anderer gleichartiger, vollkommen abgeleiteter Flaschen entladet [1]).

2) Condensatoren von anderen Dimensionen mit den gebrauchten Flaschen vergleicht.

Entlade ich also 8 Flaschen, statt gegen ihre äufsere Belegung, gegen andere gleichartige 8 Flaschen, so kommt nur die Hälfte der angehäuften Elektricität zur Ausgleichung. Die Capacität des jetzigen Flaschensystems ist also nur die Hälfte gegen den Fall, wo ich 8 Flaschen gegen ihre eigne äufsere Belegung entlud; die Oscillationsdauer mufste also $\sqrt{\frac{1}{2}}$ Mal diejenige seyn, welche ich auf S. 154 bei gewöhnlicher Entladung von 8 Flaschen gegeben habe, vorausgesetzt, dafs an dem Schliefsungsbogen sonst nichts geändert ist. Der Versuch ergab mir eine vollständige Bestätigung, denn es ist:

	Oscillationsdauer beobachtet	berechnet
8 Fl. entladen gegen 8 Fl.	0,0000222	0,0000222

Entlade ich 4 Flaschen gegen die innere Entladung von 8 Flaschen, so ist die Elektricitätsmenge, welche vom Zustande gleichmäfsiger Vertheilung angerechnet entladen wird, $\frac{2}{3}$ von derjenigen, welche bei der Entladung gegen die eigene äufsere Belegung zur Ausgleichung kam. Die früher S. 154 für 4 Flaschen gefundene Oscillationsdauer mufs also mit

1) Abgesehen von der besonderen Art der Bindung an den Flaschenbelegungen ist der Fall allerdings nicht ganz derselbe, wie in dem Beispiel der Kugeln, weil sich an den Flaschen stets auch negative condensirte Elektricität befindet, indem der positiven Elektricität im Innern entsprechend ein Aequivalent negativer Elektricität auf dem Aufsenbeleg angehäuft ist. Allein es ist möglich einerseits die Ableitung durch gute Leiter herzustellen, andererseits alle Flaschen nahe und gut leitend (bei mir durch einen weniger als 1^m langen Drahtweg) zu verbinden, so dafs man annehmen kann, die negativen elektrischen Theilchen bewegten sich von oder zwischen den äufseren Belegungen mit einer solchen Leichtigkeit, dafs sie verschwindenden Einflufs hätten auf die Bewegung der positiven Elektricität zwischen den inneren Belegungen. Hierdurch wäre man in der That in der Lage, die positive Elektricität allein ins Auge fassen zu können.

$\sqrt{\frac{3}{2}}$ multiplicirt werden, um die jetzt stattfindende zu erhalten. Analog mufs die für 2 Flaschen gefundene Oscillationsdauer mit $\sqrt{\frac{4}{2}}$ multiplicirt werden, um die Oscillationsdauer zu finden, wenn man die 2 Flaschen gegen die innere Belegung von 8 Flaschen entladet. Beobachtung und Rechnung gaben für beide Fälle:

	Oscillationsdauer	
	beobachtet	berechnet
4 Fl. entladen gegen 8 Fl.	0,0000178	0,0000183
2 Fl. entladen gegen 8 Fl.	0,0000136	0,0000139

und man sieht, dafs beides nur wenig von einauder abweicht [1]).

Um einen Condensator von anderen Dimensionen mit den gebrauchten Flaschen zu vergleichen, nahm ich eine Scheibe Bilderglas und bildete zwei Franklin'sche Tafeln daraus. Das Glas von ziemlich gleichförmiger Stärke, hatte eine durchschnittliche Dicke von $2^{mm},53$. Die einseitige Be-

mit einander vergleicht. Bei einem zweckmäfsig construirten Galvanometer mufs bekanntlich für Ströme von kurzer Dauer die Geschwindigkeit, mit welcher der Magnet aus der Ruhelage herausgeworfen wird, der schliefslich entladenen Elektricitätsmenge proportional seyn.[1])

Das Galvanometer gab bei 10^{mm} weitem Abstand der 25^{mm} Durchmesser haltenden Kugeln des Funkenmikrometers folgende Werthe:

Beide Tafeln		Zwei Flaschen	
51,5		43,1	
52,2		44,0	
51,0		44,3	
51,0		43,0	
51,7		43,8	
Mittel	51,5	Mittel	43,6

Die Entladung der beiden Franklin'schen Tafeln mit Hülfe des Spiegelapparates liefs mich mit Anwendung des früher gebrauchten Schliefsungsbogens (von $161{,}3^{m}$ Länge) eine Oscillations von

$$0'',0000164$$

1) Indem ich dieser Elektricitätsmenge die Capacität proportional setzte, glaubte ich den Rückstand vernachlässigen zu können. Die Versuche über den Rückstand, welche ich früher zu meiner eigenen Orientirung über die Brauchbarkeit der Galvanometerangaben gemacht habe und bei denen ich (in ganz ähnlicher Weise wie neuerlich Hr. v. Oettingen, jedoch meist nur bei gröfserer Schlagweite experimentirend) *niemals* negative Rückstände wahrnahm, ferner die unter Umständen geringe Gröfse des Rückstandes und endlich der Umstand, dafs durch eine Messung und Berücksichtigung des Rückstandes die Schwankungen in den Galvanometerangaben nicht ausreichend erklärt werden können, hat mich zu der Ansicht geführt, dafs bei Anwendung eines einfachen gut verbundenen Leitungsdrahtes von nicht zu grofsem Widerstande der Rückstand am Ende der Entladung verschwindend klein ist, und sich von diesem Zeitpunkte an erst bildet. Die mir so eben zugegangene Abhandlung des Hrn. v. Oettingen (diese Ann. CXV, S. 413) scheint dieser Auffassung nicht günstig zu seyn. Ein weiteres Eingehen auf diesen Punkt, so wie eine Controle der von mir als Capacitäten angenommenen Werthe erscheint daher nothwendig.

Zugleich möchte ich bemerken, dafs gewifs auch in jedem Momente der Entladung der *passive* Rückstand veränderlich ist, und dafs daher, erst wenn bestimmte Data der Beobachtung über diese schwierige Frage sich haben gewinnen lassen, die von Hrn. v. Oettingen a. a. O. S. 516 gegebene Stromcurve *exact* genommen und die *strenge* Gültigkeit der Formeln behauptet werden darf.

Sehr interessant wäre es, wenn die Beobachtungen am Galvanometer feststellen könnten, in welcher Weise die nach den Versuchen des Hrn. v. Oettingen wahrscheinliche Zunahme des Gränzwiderstandes mit wachsender Schlagweite stattfinde.

finden; während die nach den Verhältnissen der Capacitäten berechnete

$$0'',0000169$$

ist. Die Abweichung ist in der That also nur gering und ich glaube daher, dafs der Verallgemeinerung der S. 153 gegebenen Formel durch die Einführung der »Capacität« statt der elektrischen Oberfläche von Seiten des Experimentes nichts im Wege steht [1]).

Wie richtig diese Verallgemeinerung ist, leuchtet von selbst ein, weil hierdurch das Gesetz auf jedes beliebige Leitersystem anwendbar wird.

Bevor ich das Kapitel über den Einfluſs der Capacität auf die Oscillationsdauer schliefse, möchte ich noch eine Beobachtungsreihe anführen, welche ich mit einem Schliefsungsbogen von ungefähr 1400^{m} Länge erhalten habe.

1) Mit Hülfe des Galvanometers lassen sich auf ähnliche Weise auch die Capacitäten der gebrauchten Flaschen bestimmen. Der Versuch gab als

Flaschenzahl	Oscillationsdauer beobachtet	Oscillationsdauer berechnet	Differenz in Zehnmilliontel Sekunden
12	0″,0000472	0″,0000479	+ 7
10	0 ,0000435	0 ,0000441	+ 6
8	0 ,0000392	0 ,0000394	+ 2
6	0 ,0000338	0 ,0000341	+ 3
4	0 ,0000282	0 ,0000278	— 4
2	0 ,0000207	0 ,0000194	—13

Es scheint hier eine Abweichung von dem gegebenen Gesetze in dem Sinne aufzutreten, dafs die Oscillationsdauer mit der Capacität der entladenen Oberfläche nicht so rasch abnimmt, als das Gesetz es verlangt. Denn die Differenzen der Beobachtung und der Rechnung, wie dieselbe mit Hülfe der am Galvanometer für je 2 Flaschen gefundenen Capacitäten nach dem zuvor gegebenen Gesetze ausgeführt ist, lassen sich, wenigstens für die letzte Beobachtung, selbst nicht einmal in gezwungener Weise aus den Beobachtungsfehlern erklären.

Zwei andere Beobachtungen nach Ausschaltung der in dem Schliefsungsbogen befindlichen Drahtrollen, wodurch die Leiterlänge auf 1313^{m} reducirt ward, lieferten mir:

Flaschenzahl	Oscillationsdauer beobachtet	Oscillationsdauer berechnet
16	0,0000504	—
2	0,0000191	0,0000175

Da fast alle Theile der Leitung 1^{m} oder darüber von einander entfernt waren, so wird die vertheilende Wirkung der Leitertheile auf einander im Vergleich zur Wirkung des umgebenden Raumes sehr klein gewesen seyn; es liegt daher die Vermuthung nahe, dafs die freie sich auf der ganzen Oberfläche des Drahtes vertheilende Elektricität die Ursache jener Abweichung sey, indem von der anderen Seite ins Gewicht fällt, dafs die gesammte Oberfläche des 1^{mm},35 dicken Drahtes keine ganz unbedeutende war.

Hr. Dr. Siemens hat, diese Annalen Bd. CII S. 108, die Capacität eines oberirdischen Telegraphendrahtes mit der Capacität einer belegten Glastafel verglichen. Er hat in derselben Abhandlung bewiesen, dafs die Capacität eines

Condensators der Glasdicke umgekehrt proportional ist. Wollte ich danach meinen Leitungsdraht mit den von mir gebrauchten Flaschen vergleichen, so würde sich für denselben eine Capacität nahe gleich derjenigen von 3 Flaschen ergeben. Allein die Vergleichung ist nicht ohne Weiteres statthaft, erstens weil die von mir gebrauchte Glassorte nur zufällig mit der von Hrn. Dr. Siemens gebrauchten in Bezug auf ihr specifisches Vertheilungsvermögen identisch seyn könnte, zweitens weil der $1^{mm},35$ dicke Draht meiner Leitung zum gröfsten Theil in geringer Entfernung von Wänden sich befand, während Hr. Siemens den zwei Linien dicken Telegraphendraht unter freiem Himmel 8^{m} über dem Boden ausgespannt hatte. Wie weit die Capacität meiner Leitung von der vorher nach den Angaben von Siemens berechneten abweicht, läfst sich nicht wohl übersehen. Dagegen hätte mir eine Entladung von einer Anzahl gut abgeleiteter Flaschen gegen den an seinem

Da auf dem geraden und kurzen Wege der Nebenschliefsung die elektrischen Gleichgewichtsschwankungen — wie aus später anzuführenden Versuchen deutlicher hervorgehen wird — ungleich rascher erfolgen mufsten, als auf dem Wege der Leitung durch die betreffenden Drahtrollen, so schien mir von einer Seite der Leitung wenigstens ein ähnliches Verhältnifs wie bei dem langen Schliefsungsbogen hergestellt. In dem Schliefsungsbogen selbst konnte eine Quantität freier Elektricität gebunden werden, (analog der Bindung zwischen den Bodenwänden und der Drahtoberfläche der langen Leitung) und der Versuch konnte mir zeigen ob und in welchem Sinne eine solche Bindung die Oscillationsdauer zu verändern im Stande sey. Der Versuch ergab:

Flaschenzahl in der unterbrochenen Nebenleitung	Oscillationsdauer bei Entladung von 8 Flaschen
8	0″,0000331
4	0 ,0000322
0	0 ,0000314

Als ich die Oscillationsdauer von 4 Flaschen bestimmen wollte, indem sich 8 Flaschen in der unterbrochenen Nebenleitung befanden, war die scharfe Trennung der Oscillationen stark verwischt. Das Bild erinnerte an Zeichnungen von verschiedenen über einander gelagerten Wellensystemen. Soweit sich die Querabtheilungen erkennen und bestimmen liefsen, leitete ich daraus die entsprechenden Zeitgröfsen ab und fand die Oscillationsdauer zwischen den Werthen 0″,0000247 und 0″,0000260 eingeschlossen, während wir nach S. 154 wissen, dafs 4 Flaschen bei demselben Schliefsungsbogen, jedoch ohne die seine Capacität vergröfsernde Nebenleitung 0″,0000224 Oscillationsdauer gaben.

Aus Vorstehendem scheint sich wenigstens *der* Schlufs ziehen zu lassen, dafs die Capacität des Schliefsungsbogens zur Vergröfserung der Oscillationsdauer beiträgt.

Die Inductionswirkungen, welche durch Länge und Aufspannungsart der Leitung bedingt sind, zeigen sich von weit bedeutenderem Einflufs auf die Oscillationsdauer, als die oben betrachteten elektrostatischen Bindungserscheinungen.

Die Länge[1]) *der Leitung* vergrößerte ich in der Art, daſs die einzelnen Theile des angefügten $1^{mm},35$ dicken Drahtes so weit von einander entfernt blieben, als die Aufspannung in den gegebenen Räumen es erlaubte. Ich glaubte anfangs die Inductionswirkungen der einzelnen Leitertheile auf einander vernachlässigen zu können, weil die zugefügten Drahtlängen einander im Allgemeinen nicht näher kamen, als im Durchschnitt 1^{m}. Mit den verschiedenen Längen des Leiters bei Entladung von 10 Flaschen der früher angegebenen Dimensionen habe ich folgende Beobachtungen gemacht:

Länge des Schliefsungsbogens in Meter	Oscillationsdauer in Sekunden
5,26	0,00000132
15,26[2])	0,00000312
25,26	0,00000410
45,26	0,00000601
65,26	0,00000753
85,26	0,00000845
115,26	0,00000935
180,3[3])	0,0000131
317,0	0,0000177
445,3	0,0000227
1343	0,0000398[4])

wenn man auch aus den Rechnungen von Thomson und Kirchhoff eine Formel für den Zusammenhang finden kann, so bieten die von mir angeführten Versuche doch nicht die gewünschte Uebereinstimmung. Ich finde indefs hierin kein Zeugnifs gegen die Anwendbarkeit jener Theorie auf den Fall der Flaschenentladung *im Allgemeinen*; denn dafs die Aufspannungsweise der Leitung, selbst bei der von mir gewählten Entfernung der Leitertheile nicht zu vernachlässigen ist, werden besondere Versuche zeigen, und da eine analoge Art der Aufspannung verschiedener Drahtlängen nicht nur überhaupt schwierig, sondern im vorliegenden Falle geradezu unmöglich war, so steht nichts der Annahme im Wege, dafs ein einfaches Gesetz in vorstehenden Beobachtungen nur durch die unvermeidliche Mangelhaftigkeit des Experimentes verdeckt wurde.

Die Induction von parallelen Leitertheilen auf einander verlängert die Oscillationsdauer, wenn der Strom in ihnen gleichgerichtet fliefst, verkürzt sie, wenn er entgegengesetzt gerichtet ist, und zwar kann man die Gröfse der Inductionswirkung im letzten Falle aus folgenden Versuchen erkennen, bei denen 75^m eines $105^m,26$ langen Schliefsungsbogens in zwei parallelen Windungen aufgespannt waren. Jede der beiden Windungen bildete nahezu ein Parallelogramm von $15\frac{1}{2}^m$ Länge und $3\frac{1}{2}^m$ Breite. Indem ich den senkrechten Abstand beider Windungen von einander änderte, erhielt ich folgende Werthe der Beobachtung.

Induction entgegengerichteter Ströme.

Abstand der beiden Windungen	Oscillationsdauer	Differenz in Hundertmilliontel-Sekunden
062^{mm}	$0'',00000782$	
		31
125	0 ,00000813	
		37
253	0 ,00000850	
		28
500	0 ,00000878	
		28
1000	0 ,00000906	

Aus diesen Beobachtungen scheint hervorzugehen, dafs die Oscillationsdauer in arithmetischem Verhältnisse zunimmt wenn die Entfernung zweier paralleler *entgegengesetzt gerichteter* Leitertheile in geometrischem Verhältnisse wächst. Auf gröfsere Abstände habe ich die Versuche nicht ausge-

dehnt, weil sich dann einerseits die Veränderung der Länge, andererseits die veränderte Inductionswirkung der gegenüberstehenden Seiten des Parallelogramms nicht hätte aufser Acht lassen dürfen. Denn dafs die Induction *gleichgerichteter* paralleler Leitertheile ebenfalls, nur in umgekehrtem Sinne, auf die Oscillationsdauer einwirkt, mögen folgende zwei Beobachtungen zeigen, bei denen die beiden veränderlichen parallelen Drahtstrecken des $105^{m},26$ langen Schliefsungsbogens zusammen einen Weg von 68^{m} bildeten.

Induction gleichgerichteter Ströme.

Abstand der beiden Drähte	Oscillationsdauer
62^{mm}	0,00001084
1000	0,00000986

Erkennt man hieraus den retardirenden Einfluſs, welcher parallele gleichgerichtete Windungen auf die Dauer einer Oscillation haben müssen, so wird man es nicht überraschend finden, dafs ich bei nur $161^{m},3$ Drahtlänge die Oscillationsdauer für 2 Flaschen schon zu $0'',0000156$ und daraus berechnet für 10 Flaschen die Oscillationsdauer

$0'',0000354$

einander in ihrer ganzen Länge in Berührung gebracht sind, oder, was nahezu dasselbe, wenn man statt der Zweige einen einfachen Leitungsdraht anwendet.

Die Versuche, welche ich in dieser Richtung gemacht, sind zwar nicht mit Annäherung hervorgebracht, allein ich glaube sie beweisen dasselbe. Bei Entladung von 10 Flaschen und einem Schliefsungsbogen, bei welchem die Zweige wegen Mangel an Raum zickzackförmig im Zimmer aufgespannt waren, erhielt ich:

Länge des Schliefsungsbogens	Oscillationsdauer
$5^m,3 + 30^m$	$0'',0000040$
$5\ ,3 + \left\{\begin{matrix}30^m\\30\end{matrix}\right\}$	$0\ ,0000030$
$5\ ,3 + \left\{\begin{matrix}30^m\\30\\30\end{matrix}\right\}$	$0\ ,0000025$
$5\ ,3 + \left\{\begin{matrix}30^m\\30\\30\\30\end{matrix}\right\}$	$0\ ,0000024$

Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die neben einander eingeschalteten Zweige.

Aus denselben Gründen, weshalb die Oscillationsdauer sich verkürzt, wenn man den Schliefsungsbogen in mehrere Zweige spaltet, mufs auch die zunehmende Dicke des Leiters eine Beschleunigung in der Elektricitätsbewegung der Oscillationen herbeiführen. Denkt man sich nämlich den Draht in lauter lineare Elemente zerlegt, so kann man diese Elemente gewissermafsen als Zweige betrachten, die mit zunehmender Dicke des Leiters an Zahl sich vermehren.

Als ich an 10 Metern bei einem $15\frac{1}{4}^m$ langen Schliefsungsbogen die Dicke änderte, gab mir die Beobachtung kein hinreichend in die Augen fallendes Resultat. Später habe ich einen wesentlicheren Theil des ganzen Schliefsungsbogens genommen, nämlich 100^m von 105,26 Gesammtlänge, und für denselben bei möglichst gleicher Aufspannungsart verschiedene Dicken gewählt. Die Entladung von 10 Flaschen gab:

Dicke des Drahts.	Oscillationsdauer [1])
2,55	0,0000096
1,35	0,0000099
0,70	0,0000103
0,35	0,0000108.

Wenn ich nun aus den Beobachtungen schliefse, dafs die Zunahme der Dicke des Schliefsungsbogens eine Verkürzung der Oscillationsdauer bewirkt, so könnte man vielleicht einwerfen wollen, dafs diese Verkürzung wohl von dem zugleich veränderten Leitungswiderstand herrühre.

Es hat sich mir indefs gezeigt, dafs die Oscillationsdauer keine merkliche Aenderung erleidet, wenn man die Oscillationen durch Einschaltung von Fäden verdünnter Schwefelsäure oder von dünnem Neusilberdraht in ihrer Zahl immer weiter und weiter beschränkt. Nur *eine* Beobachtung will ich als Beispiel anführen, welche ich mit 16 Flaschen bei dem schon mehrfach erwähnten zum gröfsten Theil aufgerollten Schliefsungsbogen von 161,3 Meter Länge

und Anwendung nahe derselben Rotationsgeschwindigkeit des Spiegels erhielt.

Figuren.	Widerstand in Meter.
23 [1])	0,044
24	0,020
25	0,016
26	0,008
27	0,005
28, 29	ganz metall. Leitung ungefähr = 0,001

Die Widerstände sind hier auf 1^{mm} dicke Fäden verdünnter Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,25 reducirt.

Von den beiden gleichzeitigen Bildern jeder Figur ist das schmälere Band zur Linken durch den Uebergang der Elektricität zwischen Zinkkugeln, das breitere zur Rechten zwischen Eisenkugeln bei jedesmal derselben Entladung entstanden, und zwar lag die breitere Funkenstrecke der inneren Flaschenbelegung zunächst.

Ich glaube nicht, dafs es nöthig ist, Versuche, welche ich auch mit Bleidraht ausgeführt habe, und welche die Unabhängigkeit der Oscillationsdauer von der chemischen Natur des Leiters noch weiter bestätigen könnten, hier anzuführen.

Wenn ich in Vorliegendem einige Hauptgesetze der wellenartigen Bewegung der Elektricität, nach einem schon 1859 gegebenen vorläufigen Berichte [2]) näher erörtert und begründet habe, wenn es mir gelungen ist, die Oscillationen, welche bei der Entladung eines elektrischen Condensators durch einen gut leitenden Schliefsungsbogen eintraten, zur objectiven Anschauung zu bringen, so hätte ich doch gern noch manche Fragen beantwortet, die weiter in's Einzelne gehen, oder das Gefundene verallgemeinern. Indefs mit dem Rotationsapparate allein ist diefs nicht möglich.

Die Frage z. B., ob in allen Theilen des Schliefsungsbogens in jedem Momente dieselbe Stromstärke herrsche,

1) Wenn man sieht, dafs es mir auch gelungen ist, die continuirliche Entladung charakteristisch zu photographiren, so mufs ich doch bemerken, dafs es sich nur bei Anwendung grofser Elektricitätsmengen erreichen liefs.

2) Diese Annalen Bd. CVIII S. 497 u. f.

ist nach theoretischen Betrachtungen zu verneinen. Wenn ich aber zwei Funken derselben Entladung in einem gemessenen Abstande den einen am Ende, den anderen am Anfang oder in der Mitte einer langen Leitung eintreten lasse, so ist bei den Dimensionen meiner Apparate und Hülfsmittel doch nicht zu erwarten, dafs eine etwaige Verschiebung der Querabtheilungen des einen Bildes gegen die des anderen wahrzunehmen wäre.

Das Instrument, welches hier bestimmtere Aufschlüsse geben könnte, ist vor Allem das Dynamometer; mit diesem würden sich zugleich durch Interferenz verschiedener Wellenphasen in den beiden Rollen Schlüsse auf die Geschwindigkeit der Elektricität ziehen lassen. Die Hindernisse, welche sich mir entgegenstellten, um abermals eine Leitung von über 1300^{m} frei aufzuspannen, haben mich von weiteren Versuchen bisher abgehalten.

Ebenso habe ich darauf verzichten müssen, die Capacität

denen von Savary[1]), von Hankel u. A. in ein klares Licht zu setzen.

VII. *Ueber die Zersetzung des chlorsauren Kalis bei niederer Temperatur durch Braunstein, eine sogenannte katalytische Erscheinung;*

von Dr. E. Wiederhold,
Lehrer an der höheren Gewerbeschule in Cassel.

Wenn man chlorsaures Kali erhitzt, so schmilzt dasselbe bei einer Temperatur, die über 350° C. liegt und zersetzt sich bei einem noch höher liegenden Wärmegrade unter Abgabe von Sauerstoff. Wird die Temperatur nicht weiter gesteigert, so besteht die alsdann zähflüssig gewordene Masse aus einem Gemenge von überchlorsaurem Kali und Chlorkalium. Erst bei erhöhter Wärmezufuhr tritt eine völlige Zersetzung ein, unter Freiwerden der Gesammtmenge des Sauerstoffs. Mischt man dagegen zu dem chlorsauren Kali ein gleiches Volumen gepulverten Braunstein, so tritt schon bei gelindem Erhitzen eine vollkommene Zersetzung ein, die unter Umständen mit einer Licht- und Wärmeentwicklung verbunden ist, ohne dafs man eine intermediäre Bildung von überchlorsaurem Kali nachweisen könnte. Diese Thatsache wurde meines Wissens zuerst von Döbereiner

1) In der Veröffentlichung von Savary, wo allerdings von Oscillationen die Rede ist, war es mir nicht möglich, wie Hr. v. Oettingen, die Vorstellung abwechselnd entgegengesetzter *Ströme* zu finden.

Schliefslich noch folgende Berichtigungen zu meiner früheren Abhandlung Bd. CXIII dies. Annalen

S. 438 Z 1 statt: eigenthümliche lies: irrthümliche
S. 438 Z. 26 statt: Bewegung lies: Belegung
S. 441 Z. 17 statt: Beobachtungsreihe lies: Beobachtungsweise
S. 445 Z. 34 statt: Flasche lies: Fläche
S. 446 Z. 12 statt: ziemlich lies: zugleich
S. 453 Z. 10 statt: Funkenschweife lies: die lichtstarken Theile der Funkenschweife
S. 453 Z. 10 statt: ½ bis 1 Decimeter lies: gegen 3 Centimeter

beobachtet [1]), und da der Braunstein bei diesem Processe keine Veränderung erleidet, so wurde die Erscheinung in der Folge zu der Classe der sogenannten katalytischen gerechnet.

Später haben sich, soviel mir bekannt geworden, nur Mitscherlich und Schönbein mit dem Studium dieser Erscheinung beschäftigt. Der erstgenannte Chemiker [2]) fügte der Beobachtung von Döbereiner noch hinzu, dafs Kupferoxyd und andere Oxyde dieser Art dieselbe Wirkung auf chlorsaures Kali üben, wie Braunstein, dafs dagegen Kieselsäure ohne Einfluſs auf die Zersetzung bleibt. Schönbein [3]), dessen Untersuchungen mir nur aus den Referaten in dem Jahresbericht für Chemie von Kopp und Will bekannt sind, nimmt an, dafs die Zersetzung des chlorsauren Kalis durch die genannten Körper auf einer Ueberführung des Sauerstoffs in eine allotropische Modification beruhe, dafs der im chlorsauren Kali enthaltene active Sauerstoff

so ist, beweist, dafs Platinschwarz in gleicher Weise wie Braunstein das chlorsaure Kali zersetzt. Das Platin erleidet dabei keine chemische Veränderung. Ich habe chlorsaures Kali und Platinschwarz in verschiedenen Verhältnissen gemischt und die Menge des Platins vorher genau gewogen und dann die Mischung in einem Platintiegel bis zur völligen Zersetzung erhitzt. Die geschmolzene aufgeblähte Masse wurde mit Wasser ausgelaugt und das rückständige Platin wiederum gewägt. Das Gewicht desselben hatte keine Veränderung erfahren.

Wenn man, wie es gewöhnlich zur Darstellung des Sauerstoffs geschieht, eine Mischung von chlorsaurem Kali und Braunstein in einer Retorte durch eine Spirituslampe erhitzt, so finden dabei gleichzeitig zwei Vorgänge statt, die des besseren Verständnisses wegen am besten getrennt behandelt werden.

1) Wenn man nämlich in einem Kölbchen reines chlorsaures Kali zum Schmelzen erhitzt, die Temperatur aber nicht über den Schmelzpunkt steigert und dann etwas pulverförmiges Mangansuperoxyd etc. auf die Oberfläche bringt, so tritt sofort eine intensive Sauerstoffentwicklung ein, die vorzugsweise bei dem Mangansuperoxyd mit einer Licht- und Wärmeentwicklung verbunden ist.

2) Mischt man aber vorher Braunstein und chlorsaures Kali und erhitzt das Gemenge in geeigneter Weise, so findet schon weit unterhalb der Schmelztemperatur des chlorsauren Kalis eine wenn auch nicht intensive Sauerstoffentwicklung statt. Es ist einleuchtend, dafs bei fortgesetztem Erhitzen einer Mischung von Braunstein und chlorsaurem Kali beide Processe neben einander vor sich gehen.

Um die letztgenannte Wirkung der »katalytischen« Körper näher zu studiren, habe ich die Sauerstoffentwicklung aus den Mischungen von chlorsaurem Kali mit folgenden Körpern näher untersucht:

1. Mit schwarzem Mangansuperoxyd, bereitet durch Schmelzen von kohlensaurem Manganoxydul mit chlorsaurem Kali.

2. Mit braunem Mangansuperoxyd, aus Manganchlorür und Chlorkalk auf nassem Wege dargestellt.

3. Mit Kupferoxyd, dargestellt durch Kochen der Lösung von Kupfervitriol mit überschüssiger Kalilauge.

4. Mit natürlich vorkommendem gepulvertem Braunstein.

5. Mit Platinschwarz, aus Platinchlorid in alkalischer Lösung durch Zucker reducirt, und

6. Mit Bleisuperoxyd, dargestellt durch Auflösen von Mennige in Salpetersäure.

Die Mischungen wurden in einem für alle gleichen Verhältnisse dargestellt, auf 1 Gewichtstheil chlorsauren Kalis $\frac{1}{2}$ Gewichtstheil der betreffenden Körper.

Die Bereitung der Mischungen geschah auf die Weise, dafs die genau gewogenen Mengen mit Wasser befeuchtet und in einer Achatschale gemengt, die Masse nachher im Wasserbade getrocknet und zum zweiten Male innig zerrieben wurde. Zahlreiche Versuche ergaben, dafs nur auf

Die Sauerstoff-Entwicklung wurde durch glimmende Spänchen beobachtet, die in entsprechenden Zeitabschnitten in das Gläschen dicht über die Oberfläche der Mischung gehalten wurden. Diese Prüfungsmethode erwies sich ebenfalls vollkommen ausreichend, indem schon sehr geringe Mengen Sauerstoff durch die veränderte Lichtintensität des glimmenden Endes wahrgenommen werden konnten. Man mufs nur von Zeit zu Zeit durch Einblasen von Luft die in dem obern Theil des Gläschens befindlichen Kohlenwasserstoffe entfernen, weil das glimmende Ende in dieselben gebracht erlischt, wodurch der in einer tiefer liegende Schicht etwa enthaltene Sauerstoff sich der Beobachtung entziehen kann.

Die Temperaturen, bei welchen Sauerstoff entwickelt wird, sind nicht genau bis zu einem Grade angegeben, weil mir eine solche Angabe, bei so hohen Temperaturen durch ein Quecksilberthermometer gemessen, doch ohne Werth erscheint, während die angeführten Gränzbestimmungen zur Vergleichung sich vollkommen ausreichend erweisen.

	Es entwickelt Sauerstoff
die Mischung von chlors. Kali mit schwarzem Mangansuperoxyd bei	200 bis 205° C.
do. mit braunem Mangansuperoxyd bei	200 » 205° C.
do. mit Kupferoxyd bei	230 » 235° C.
do. mit Platinschwarz «	260 » 270° C.
do. mit Braunstein «	260 » 270° C.
do. mit Bleisuperoxyd «	280 » 285° C.

Diese Zahlen sind die Mittel aus zahlreichen Versuchen. Das Sauerstoffgas, welches sich aus den Mischungen entwickelte, bläute Iodkalium-Stärkepapier. Eine Bildung von überchlorsaurem Kali konnte nicht wahrgenommen werden.

Nach diesen Versuchen lag es nahe, die »katalytisch« wirkenden Körper auf ihr Verhalten gegen die Wärme zu prüfen. Ein empfindliches Thermo-Galvanometer stand mir leider nicht zu Gebote. Ich habe mich darauf beschränkt, als Wärmemesser ein ziemlich empfindliches Leslie'sches Differentialthermometer anzuwenden. Die Versuche wur-

...geist in einer Achatschale an
Die dünne milchige Masse, welche den K
enthielt wurde alsdann, nach Art des Co
Photographie auf die Gasplatte gegossen
sprechende Bewegung gleichmäfsig verthe
Verdunsten des Weingeistes haftete das Pu
häsion fest an der Glasplatte. Die Versuch
so angestellt, dafs zuerst zwischen Thermo
Wärmequelle eine einfache Glasplatte (alle G
ren aus ein und derselben Spiegeltafel geschn
und dann vermittelst einer Sekunden-Uhr g
wie viel Grade der Aetherfaden in der ersten
Minute nach Einwirkung der Wärmequelle sich
Wiederholte Versuche ergaben, dafs die »k
Körper sich nahezu gleich verhielten und zwa
ersten Minute die Platte allein einen mehr als
iseren Ausschlag hervorbrachte, als wenn diese
dünnen Schicht der »katalytischen« Körper üb
n der Art, dafs wenn z. B. bei der mit eine
nigen Körper überzogenen Platte, der Aet
Thermometers sich in der ersten Minute von 3
n der zweiten auf $4\frac{4}{12}$° bewegte, bei der Gl
eine Steigung von $3\frac{4}{12}$° in der ersten
und in der zweiten

suche zu unterziehen. Jedenfalls lehren aber die schon mit gröberen Hülfsmitteln angestellten Versuche, dafs den »katalytisch« wirkenden Körpern ein grofses Wärmeabsorptionsvermögen eigenthümlich ist.

Diese Thatsache könnte meines Erachtens vielleicht mit Erfolg zu einer Erklärung der katalytischen Zersetzung des chlorsauren Kalis benutzt werden. Man müfste annehmen, dafs die Wärmestrahlen von den katalytisch wirkenden Körpern absorbirt und von diesen direct auf das chlorsaure Kali übertragen würden, welches dadurch schmölze und entweder sich weiter bis zu seinem Zersetzungspunkt erhitzte oder in der früher angegebenen Weise eine Zersetzung erlitte. Bei diesem Vorgange würde ferner eine Uebertragung von Wärme auf andere Körper, namentlich auf die Substanz unserer Wärmemesser nicht stattfinden (siehe unten!). Wenn hiermit auch im Allgemeinen für die Zersezung des chlorsauren Kalis ein Anhaltepunkt gefunden ist, so bleibt, da wenigstens nach unserer Bestimmung die »katalytischen« Körper sich in ihrem Wärmeabsorptionsvermögen nahezu gleich verhalten, noch der Unterschied in den Temperaturen, bei welchen die verschiedenen Mischungen Sauerstoff entwickeln, zu erklären übrig. Die Beobachtung bei der Darstellung der Mischungen führte darauf, die Körper rücksichtlich ihres Volumens zu vergleichen. Wägt man von den katalytischen Körpern je 1 Grm. ab, und vergleicht die Volumina, so zeigt schon die einfache Betrachtung, dafs dieselben rücksichtlich ihres Volumens in einem der Sauerstoffentwicklungstemperatur entsprechenden Verhältnisse stehen und zwar so, dafs Mangansuperoxyd das gröfste Volumen besitzt, nächst ihm Kupferoxyd, darauf folgen Platinschwarz und Braunstein, die ein anscheinend gleich grofses Volumen besitzen; das geringste Volumen besitzt Bleisuperoxyd. Die voluminösesten Körper entwickeln demnach bei der niedrigsten Temperatur, die dichteren bei entsprechend höheren Temperaturen Sauerstoff. Ob die Temperatur genau proportional dem Volumen sey, kann ich nicht angeben, da ich eine Bestimmung des specifischen Ge-

wichts wegen Mangels an einem genauen Instrumente nicht ausführen konnte. Eine Erklärung für dieses Verhalten dürfte vielleicht darin zu suchen seyn, dafs bei den voluminösen Körpern von ihren kleinsten Theilchen an Zahl mehr an die kleinsten Theilchen des chlorsauren Kalis zu liegen kommen, dafs also hier eine directere Uebertragung von Wärmestrahlen stattfindet, während dieses bei den dichteren Körpern in entsprechenden Verhältnissen abnimmt.

Alle vergleichenden Versuche wurden, wie bemerkt, mit 1 Grm. Mischung angestellt. Sehr kleine Mengen bedürfen, wie sich das vorzugsweise bei den bei niederer Temperatur entwickelnden Mischungen zeigen läfst, einer höheren Temperatur zum Entbinden des Sauerstoffs, wahrscheinlich, weil durch Strahlung zuviel Wärme verloren geht.

Wenn man die Mischung von Mangansuperoxyd und chlorsaurem Kali einige Zeit bei einer Temperatur von 200° C. hält, so hört die Sauerstoffentwicklung auf und es

mengesinterte Masse gebildet. Erhitzt man reines chlorsaures Kali in einem Gläschen auf 280°, 290°, 300° C., und bringt darauf etwas Mangansuperoxyd oder Kupferoxyd, so tritt nicht die geringste Sauerstoffentwicklung ein.

Um die Wärmevorgänge im Innern der Masse kennen zu lernen, habe ich in die Mischungen ein mit dem Thermometer des Bades übereinstimmendes anderes gestellt. Es zeigte sich dabei, dafs es stets einer auffallend langen Zeit bedurfte, bis das in der Masse stehende Thermometer die Temperatur des Bades erreicht hatte, dafs ferner eine Veränderung in der Temperatur des Bades sich erst nach einiger Zeit auf das Thermometer der Mischung von Einflufs zeigte. Wurde aber die Mischung von chlorsaurem Kali und Mangansuperoxyd bis zu 250° C. erhitzt, und das Bad einige Zeit bei dieser Temperatur gehalten, so zeigte das Thermometer der Mischung 254 bis 255° C.; es fand also hier ein Freiwerden von Wärme statt. Dieselbe Temperaturerhöhung läfst sich bei der Kupferoxydmischung bei 290° C. constatiren. Da Kupferoxyd und Mangansuperoxyd allein diese Temperaturerhöhung nicht zeigen, sondern nur in Mischung mit chlorsaurem Kali, so wird der Temperaturüberschufs von der bei der Sauerstoffentwicklung freiwerdenden Wärme abzuleiten seyn. Bei der vorher besprochenen stürmischen Sauerstoffentwicklung bei den Mangansuperoxyd- und Kupferoxydmischungen steigt aber das Thermometer in der Mischung mit einem Mal um 40 bis 50° C.

Ich habe bis dahin die Eigenschaften der »katalytischen« Körper, in ihren Mischungen mit chlorsaurem Kali noch unter dem Schmelzpunkt derselben eine mehr oder weniger vollständige Zersetzung zu bewirken, besprochen: was dagegen den Vorgang der Sauerstoffentbindung bei der Schmelztemperatur des chlorsauren Kalis durch Aufstreuen der katalytischen Körper betrifft, so erlaube ich mir vorläufig darüber nur eine Ansicht mitzutheilen. In dem schmelzenden chlorsauren Kali ist der Zusammenhang der Elemente gelockert, bringt man die katalytischen Körper in Pulverform auf die Oberfläche, so absorbiren dieselben die »chemische

...zusammenfassen:

1. Es giebt eine Reihe von Körp
sauren Kali zugemischt, dessen Zersetz
dem *Schmelz*punkt liegenden Temperat
selbst eine Veränderung zu erleiden.

2. Diese Wirkung ist unabhängig v
Constitution der betreffenden Körper
Farbe).

3. Sie fällt aber zusammen mit einen
absorptionsvermögen derselben.

4. Die graduelle Verschiedenheit in c
Körper selbst steht mit ihrem Volumen in
Zusammenhange.

5. Bei der Zersetzung wird kein über
gebildet; es wird ferner

6. bei diesem Vorgange Wärme frei.

Die mitgetheilten Thatsachen sind zum
neu; in wie weit sie sich zur Erklärung
Vorgänge eignen, müssen noch weitere Unt
ren. Ich möchte mir deshalb erlauben die
der Physiker und Chemiker auf diesen Ge
ken, da sich hier ein ganz neues Feld der
öffnet.

Cassel. Mai 186...

VIII. *Ueber das untere Ende der Blitzableiter; von Dr. Mohr.*

Bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg im Jahre 1838 wurde von Seiten der Stadt Freiburg der physikalischen Section die Frage über die zweckmäfsigste Anlegung eines Blitzableiters an den dortigen gothischen Dom vorgelegt. Die städtische Behörde wollte die Gelegenheit des Zusammenseyns so vieler bedeutender Physiker nicht unbenutzt vorübergehen lassen, um bei der beabsichtigten Schützung der Kathedrale durch einen Blitzableiter das beste und gegen jeden Einwurf gesichertste System zu erfahren. Die Section kam diesem Antrage sowohl wegen des Interesses der Sache selbst, als auch wegen der freundlichen Aufnahme der Versammlung aufs bereitwilligste entgegen, und hielt mehrere Sitzungen in einem besonderen Lokale, wo nur dieser Gegenstand zur Sprache kam. Unter den Anwesenden befanden sich fast alle der Versammlung beiwohnenden Physiker und darunter mehrere, die sich schon praktisch mit Ausführung von Blitzableitern beschäftigt hatten.

Bei der eingeleiteten Besprechung einigte man sich bald über die Form und Substanz der oberirdischen Leitung; dagegen gingen die Ansichten über den unter dem Boden befindlichen Theil des Blitzableiters sehr weit auseinander; nur darin war man einstimmig, dafs dieser Theil die schwache Seite der ganzen Erfindung sey und zwar weil sie der Aufsicht der Menschen ganz entzogen sey. Es war einleuchtend, dafs ein Blitzableiter, der nicht eine unter allen Umständen vermittelte Uebertragung des Blitzes an den Erdboden sicherte, eher eine Gefahr als einen Schutz mit sich führe. Es wurde zugegeben, dafs keine der bisher vorgeschlagenen und ausgeführten Bodenableitungen auf die Dauer Sicherheit gebe, weil kein Metall der immer nagenden Wirkung von Kohlensäure und Wasser wider-

... mun, selbst wenn sie ... anwendbar wären. In Ermanglu nen Brunnens hat man solche eige hergestellt, oder man hat feuchte Grube zur Aufnahme des elektrisc in der doppelten Absicht die gut Kohlen und ihre vermuthete schütz zu benutzen. Es ist aber keine Fra eher Rost bedingt als verhindert, th Eisen eine galvanische Kette bildet, ... Zink vorstellt, dann auch, weil gewöh beständige Quelle von Kohlensäure ist mindert. So könnte es im Laufe der das Ende der eisernen Leitung, die un steckte, zuletzt in der Luft hänge.

Nachdem alle bekannten Vorschlä und jeder einzelne verworfen war, th sammlung ohne zu einem andern Res seyn, als dafs für die unterirdische ... passende Form gefunden sey, und dal *auf die Dauer* nicht genügten. Ich w Besprechung bei, ohne selbst Theil haben.

... -...

liegt, der die ganze Leitung sammt der Ableitung den Augen jedes Vorübergehenden bloſs stellt, und der vor jedem Gewitter gefüllt wird. Die regelmäſsige Besichtigung einer in einen Brunnen abgeleiteten Metallstange geht sicher im Laufe der Zeit in Vergessenheit; aber was nicht in Vergessenheit kommt, ist, daſs es vor jedem Blitzschlag stark regnet. Man leite also den Blitzableiter aufsen am Gebäude herab bis zur Sohle der Straſse, verbinde ihn dort mit langen gufseisernen Wasserrinnen, und führe dicht neben dem Blitzableiter die Hauptwasserröhre vom Dache auf diese eisernen Rinnen. Man kann denselben leicht eine solche Gestalt geben, daſs sie nach kurzem Regen ganz unter Wasser stehen, daſs sie mit mehreren hundert Quadratfuſs den feuchten Erdboden berühren, und die sicherste Ableitung gewähren. Indem man die unterirdische Leitung ganz aufgehoben hat, sind alle die Schwierigkeiten beseitigt, die damit verbunden waren. Die ganze Ableitung ist immer bei hellem Lichte des Tages ohne eine besondere Operation jedem zugänglich und sichtbar. Die nur zeitweilig befeuchtete Stange trocknet wieder ab und kann nicht rosten und das Wasser des Brunnens kann nicht versiegen, so lange es vor dem Blitze regnet. Aber auch selbst in diesem Falle würde eine Berührung des Bodens mit einer groſsen Fläche zolldicker Eisenplatten, die, weil sie gleichsam einen Theil des Straſsenpflasters ausmachen, niemals verrosten können, eine genügende Sicherheit der Ableitung gewähren. Es sind mehrmals bei zufälligem Abbruch von Blitzableitern und auch bei absichtlicher Besichtigung Fälle vorgekommen, daſs das untere Ende des Blitzableiters sich in einem gefährlichen isolirten Zustande befand. Es möchte deshalb allen Betheiligten zu rathen seyn, die sie betreffenden Ableitungen zu untersuchen, und sich des Schutzes zu bedienen, der in der Anwendung der obigen Idee liegt. Es liegt in der Natur der Sache, daſs man mit solchen Verbesserungen keine Versuche machen kann, um sie erst nach gemachter Erfahrung mitzutheilen. Glücklicherweise schlägt der Blitz zu selten ein, als daſs man darauf warten könnte, um eine

zweckmäfsige Verbesserung ein Menschenalter zurückzuhalten.

IX. *Chemische Untersuchungen des Meteorsteins von Uden; von Prof. E. H. von Baumhauer und Dr. F. Seelheim.*

Der Fall des Meteorsteins von Uden [1]) geschah nach der Aussage von Landleuten, welche denselben mitangesehen haben und von Hrn. Dr. Hermans, Bibliothekar der wissenschaftlichen Gesellschaft in Nord-Brabant, darüber zu Protocoll vernommen worden sind, unter folgenden Umständen.

Am 12. Juni des Jahres 1840 zwischen 10 und 11 Uhr wurde in dem Gemeinde-Torfmoor bei Uden, Provinz Nord-Brabant, woselbst jene Leute beschäftigt waren, plötzlich bei heiterem Himmel ein starkes von Augenblick zu Augenblick zunehmendes zischendes Geräusch in der Luft hörbar

Dieser Meteorit ist nicht ein Bruchstück eines anderen gröfseren, sondern so augenscheinlich individualisirt, dafs man nicht anstehen kann, ihn als einen selbstständigen kleinen Weltkörper zu betrachten, zufolge der Vorstellungsweise, welche Einer von uns bereits vor 18 Jahren[1]) angegeben, dafs die Meteoriten kleine um die Sonne kreisende Planeten seyen.

Er besitzt eine unregelmäfsig sphäroïdische Gestalt mit stark abgerundeten Ecken und Kanten und hat jetzt, nachdem einige Bruchstücke davon abgenommen sind, ein absolutes Gewicht von 689,5 Grm.; das ursprüngliche Gewicht mag etwa 720 Grm. betragen haben. Das specifische Gewicht ist = 3,4025. Die Bestimmung des Letzteren geschah, indem ein gewogenes Stückchen durch Auspumpen unter Wasser von der eingeschlossenen Luft befreit und das Gewicht mit dem des verdrängten Wassers von 4° C. verglichen wurde.

Die Oberfläche erscheint eben, ein wenig zerklüftet, fühlt sich rauh an und zeigt bei genauerer Betrachtung eine feinkörnige runzliche verglaste Beschaffenheit, offenbar in Folge einer oberflächlichen Schmelzung oder Sinterung, wodurch eine Kruste erzeugt ist, welche in gleichmäfsiger Dicke von höchstens 1^{mm} den ganzen Körper umkleidet und sich durch ihre schwarze Farbe deutlich und scharf von der inneren Masse abgränzt. Die letztere erscheint, abgesehen von einigen geringfügigen, wahrscheinlich durch den Stofs beim Niederfallen verursachten Sprüngen, als ein zwar compactes aber nicht sehr festes Gestein von matt hellgrauer Farbe, ist, wie sich namentlich bei mäfsiger Vergröfserung zeigt, von krystallinischer Structur, hat jedoch nicht ein ganz homogenes, sondern undeutlich porphyrisches Ansehn und ist von kleinen bronzefarbigen Metallmassen durchtrümmert.

Zum Zwecke der Analyse sind 5 Grm. der Kernsubstanz abgenommen worden und haben auf nachstehende Weise behandelt zu den unten verzeichneten Resultaten geführt.

1) Pogg. Ann. Bd. LXVI, S. 468.

Zunächst liefsen sich mittelst des Magnets zweierlei Substanzen aus dem gepulverten Gestein ausziehen, nämlich zähe stahlgraue Körnchen, welche viel Nickel und Eisen, aber keine deutlich erkennbare Menge Phosphor enthielten, sich in Salzsäure unter Wasserstoffentwicklung lösten, mithin aus Nickeleisen bestanden, und ferner leicht zerreibliche als Pulver schwarze Theilchen, die sich unter beträchtlicher Schwefelwasserstoffentwicklung in Chlorwasserstoffsäure auflösten, aus Schwefeleisen bestanden und also Magnetkies sind. Eine quantitative Scheidung konnte wegen zu geringer Menge nicht mit Erfolg bewerkstelligt werden.

Die quantitative Analyse des mit dem Magnete extrahirten Pulvers geschah auf folgende Weise.

Es wurde mit Salpetersalzsäure zur Trockne verdampft und der durch Säure nicht angegriffene Bestandtheil, sowie die Kieselsäure des löslichen Theils, auf gewöhnliche Weise abgeschieden; die Auflösung aber zur Entfernung der freien

chen Kieselsäure befreit und mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen worden, aufser Eisen und Magnesia auch einen Gehalt von Thonerde und Kalk, dagegen nur Spuren von Mangan und Nickel; seine Analyse geschah in ganz ähnlicher Weise wie die des löslichen Silicats.

Die Alkalien, welche der unlösliche Theil enthält, wurden in einer besonderen Quantität der ursprünglichen Substanz bestimmt, wobei zu bemerken, dafs sich durch Behandlung der mit Fluorwasserstoffsäure vollständig aufgeschlossenen Masse mit Salzsäure nicht Alles auflöste, sondern eine geringe Quantität eines schwarzen Pulvers zurückblieb, welches sich als Chromeisenstein erwies, indem beim Schmelzen desselben mit Salpeter und Auflösen der Schmelze Eisenoxyd ungelöst blieb, während die mit Essigsäure angesäuerte Lösung mit Bleisalz einen schönen Niederschlag von chromsauren Blei lieferte. Ebenso geschah die Bestimmung des Schwefels in einer besonderen Portion. Durch eine Prüfung der Alkalisalze im Spectralapparat wurde die Abwesenheit von Lithium bewiesen.

Die Analyse ergab:

		Proc.	Sauerst.	
Magnetischer Theil	Magnetkies, Nickeleisen	1,767		
Lösliches Silicat 55,281	Kieselsäure	20,713		10,75
	Eisenoxydul	18,360	4,08	10,42
	Magnesia	15,490	6,19	
	Manganoxydul	0,430	0,09	
	Nickeloxydul	0,288	0,06	
Unlösliches Silicat 40,898	Kieselsäure	23,866		12,40
	Magnesia	5,177	2,07	5,94
	Eisenoxydul	4,049	0,98	
	Kalk	2,276	0,65	
	Thonerde	4,100	1,92	
	Natron	0,940	0,24	
	Kali	0,490	0,08	
Beigemengte Stoffe	Chromeisenstein	0,760		
	Schwefeleisen	0,718		
		99,424.		

In dem in Säuren löslichen Silicat findet das Verhältnifs des Sauerstoffs der Kieselsäure zu dem der Basen statt = 1 : 1. Das Silicat ist daher ein Monosilicat von der Formel $2RO, SiO_2$ oder $3RO, SiO_3$, während aus den Bestandtheilen hervorgeht, dafs es Olivin ist.

In dem unlöslichen Silicate findet sich das Sauerstoffverhältnifs fast = 2 : 1. Da aber den Bisilicaten RO, SiO_2 oder $3RO, 2SiO_3$ weder die Thonerde noch die Alkalien eigenthümlich sind, so ist es wahrscheinlich, dafs das unlösliche Silicat ein Gemenge aus einer Feldspathsubstanz, etwa Albit, und einer Amphibolsubstanz, vielleicht Hornblende ist.

Wegen der Schwefelwasserstoffentwicklung, welche beim Uebergiefsen des vom magnetischen Antheile befreiten Pulvers mit Salzsäure entsteht, ist der Schwefel sämmtlich als Einfach-Schwefeleisen berechnet worden. Prof. Wöhler, welcher vor etwa 15 Jahren ein Stückchen dieses Steines

X. *Ueber eine für einen Meteorstein gehaltene Gesteinsmasse;*
von E. H. Baumhauer und F. Seelheim.

Zu St. Michelsgestel in Nord-Brabant fand am 8. Juli 1853 ein heftiges Hagelunwetter statt, bei welcher Gelegenheit Einige einen Feuerpfeil (wahrscheinlich einen Blitz) auf die dortige Pastorei haben herabkommen sehen. Auf dem Hofraume der Pastorei fanden sich nach dem Unwetter mehre Gesteinsstücke, die man für Bruchstücke eines Meteorsteins hielt und als solche seitdem im Museum der Gesellschaft für Künste und Wissenschaften in Nord-Brabant aufbewahrte. Durch die Güte des Hrn. Dr. Hermans erhielten wir etwas davon zur Analyse.

Schon der Augenschein machte es unwahrscheinlich, dafs es Meteorsteine seyen. Es waren mürbe graue Stückchen mit einer fettglänzenden schwarzen kohlenartigen Substanz durchmengt; doch konnte eine Analyse nur sicheren Aufschlufs über die Natur derselben gewähren.

Die Analyse ergab:

Verbrennlichen Stoff, Kohle	54,76
Kohlensaurer Kalk	25,35
Sand	12,13
Kalk (an Kieselsäure gebunden)	0,91
Magnesia	0,32
Eisenoxyd und Thonerde	2,01
Lösliche Kieselsäure	3,85
Wasser	0,67
Alkalien, Chlor	Spur
Schwefelsäure	0

Die Analyse läfst keinen Zweifel über den Ursprung der Steinart. Es sind Stücke von Mörtel, der aus Kalk, Sand und Steinkohlenklein zusammengesetzt ist, ein Ge-

menge, welches in Nord-Brabant als Mörtel unter dem Namen blauer Kalk gebräuchlich ist. Die plattgedrückte Seite des einen Stückes zeigt den Abdruck des Bausteins, gegen den es gesessen und der wahrscheinlich durch den Blitz abgeschlagen ist.

Wir haben geglaubt auch diese Analyse mittheilen zu müssen, sowohl um zu beweisen, dafs die fragliche Masse nicht meteorischen Ursprungs ist, als auch, um darauf aufmerksam zu machen, wie unsicher es ist, eine Masse für meteoritisch zu halten, ehe eine Analyse damit vorgenommen ist.

In der Sitzung der Academie zu Amsterdam am 26. April theilte Hr. Prof. Cl. Mulder mit, dafs der unter dem Namen Meteorit von Wedde aufbewahrte Stein, welcher am 8. Juli 1852 bei Wedde, Provinz Groningen, gefunden wurde, ebenfalls nicht meteorischen Ursprungs ist.

Ferner hat sich als unächt erwiesen der angeblich me-

Kurze Notiz über einige Beobachtungen des Sonnenspectrums;

von Dr. Adolf Weifs,
Universitätsdocenten in Wien.

---

aren Jahren habe ich zu wiederholten Malen das
en der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspec-
obachtet und darüber im CXII. Bande dieser An-
. 150, Einiges mitgetheilt.
glaubte schon damals darin eine Analogie mit ge-
Absorptionen zu erblicken, welche ich in anderen
aufgefunden hatte, und es freut mich, dafs ich seit-
genheit hatte, diese Ansicht zu bestätigen.
meiner im vorigen Jahre unternommenen Reise nach
land, auf der ich ein Soleil'sches Spectroskop mit
te, betrachtete ich so oft ich konnte vom Bord aus
- und Untergänge der Sonne im Meere, da sich bei
heit des ionischen Himmels selbst am Horizonte
Bilder erwarten liefsen.
er That gelang es mir die Erscheinung der Ver-
besonders der Linien im Roth und Gelb des Spec-
ie ich sie, freilich matter, auch in unseren Breiten
hatte, oft in der überraschendsten Weise wahrzu-
ebenso die Vermehrung der Anzahl derselben beim
der Sonne. Ein einziger Blick ins Spectroskop ge-
lbst dem Laien die Sache auffällig zu machen und
den Zweifel über etwaige subjective Auffassung zu
en. Ich habe diese Beobachtungen nicht blofs in Seen
auch auf dem Festlande in Athen, in Zante, auf
nd auf Ithaka wiederholt angestellt und wenn sich
greiflicher Weise keine Messungen machen liefsen,
Phänomen doch so intensiv, dafs ich aus der re-
age der Spectrallinien fast mit Gewifsheit auch hier
seitige und je nach dem violetten Ende hin statt-
Verdickung verbürgen kann, gerade so wie ich sie

für Untersalpetersäure und Chlorophyll bereits durch directe Messungen nachgewiesen habe [1]).

Für Spectralbeobachtungen wären überhaupt Griechenland und die ionischen Inseln, wie ich glaube, der geeignetste Punkt, da die intensiven Dunstschichten, welche man an den Küsten von Africa und America fast alle Tage am Horizonte zu sehen bekommt, dort wenig oder gar nicht den Beobachter stören.

Eine von mir beabsichtigte Spectraluntersuchung der Corona bei der am 31. December für meinen Stationspunkt (Arcadia im westlichen Peloponnes) totalen Sonnenfinsternifs mifslang wegen der Ungunst des Wetters im Momente der Totalität; doch konnte ich bis zu 8 und 10 Zoll Verfinsterung keine Aenderung im Spectrum wahrnehmen und auch keinerlei Verdickung oder Vermehrung der Linienzahl bemerken. Es verdient diefs Beachtung, da man die oben erwähnten Erscheinungen im Spectrum bei Sonnenauf- und Untergängen leicht aus der blofsen Verminderung der Lichtintensität zu erklären versucht seyn könnte, welche *mehr* Linien wahrzunehmen erlaubt und dieselben auch *verdickt* zeigt, da der Contrast in den relativen Lichtintensitäten bei *gelbem* Glanze der Sonne die Linien schwächt und die zarteren gar nicht mehr wahrnehmen läfst.

Ich glaubte diese kurzen Daten deshalb mittheilen zu müssen, weil sie meine früheren Ansichten über gewisse Spectralerscheinungen nur bestätigen.

1) Sitzungsber. der kaiserl. Academie der Wissensch Bd. XLIII S. 268, ferner Sitzungsber. der kaiserl. Academie d. Wissensch. 1858 Bd XXX, S. 389 und Pogg. Annalen Bd. CXII S. 153.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstrafse 47.

1862. ANNALEN No. 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND CXVI.

I. *Ueber die Abhängigkeit der Fortpflanzung des Lichts von der Körperdichte;* von *Albrecht Schrauf in Wien.*

Aus den Theorien der Emanationshypothese haben wir bis heute eine Formel überkommen, welche ohne je zu höherer wissenschaftlicher Bedeutung erhoben worden zu seyn, dennoch wegen des Verhältnisses zwischen Körper und Licht, zu dessen Aufklärung sie beitragen soll, auch nie gänzlich ignorirt wurde; ich meine den Begriff des Brechungsvermögens unter der Form

$$\frac{n^2-1}{d}=C.$$

In dem Wesen der Emanationshypothese war nämlich die Möglichkeit begründet, zwischen den Licht- und Körpertheilchen, beide dem Gesetz der Schwere unterworfen gedacht, einen Connex theoretisch zu constatiren. Mit dem Untergang derselben mufsten nun aber auch alle durch sie möglich gewordenen Sätze fallen; und so erging es auch hier; die Vibrationshypothese, welche die Fortpflanzung des Lichts dem schwerlosen Aether zuschreibt, konnte nicht zugeben, dafs die früher angewendeten Deductionen zu Hülfe genommen wurden, und mufste mit den allgemeinen Schwingungsgleichungen beginnen. Auf diesem Wege war es selbst Fresnel, Neumann, Young, Mac Cullagh, Cauchy nicht gelungen eine Correlation zwischen den Gleichungen des Aethers und des Körpers zu finden, und wenn man auch nach Beseitigung immenser Schwierigkeiten bis zur *function principale* aufzusteigen vermochte, so machte hier die Unkenntnifs derselben das Erkennen des Connexes der

beiden Systeme von Gleichungen unmöglich. Ohne aber eine Kritik über die genialen Arbeiten auf dem Gebiete dieser theoretischen Forschungen aussprechen zu wollen, verzeichne ich eben die Thatsache, dafs sie bisher blofs theoretisch geleitet, ohne das Substrat der directen Beobachtung, nicht zur Erkenntnifs eines Connexes führten.

So blieb auch die oben erwähnte Formel lange Zeit unbenutzt und die wenigen Untersuchungen konnten nur deren allgemeine Richtigkeit bestätigen, aber theoretische Forschungen auf diesem Gebiete lagen nicht im Geiste der Theorie und erst allmählich vermochte sich die Ueberzeugung Bahn zu brechen, dafs auch der hier waltende Connex aufgesucht werden müsse. Ohne weitere Schlüsse zu beabsichtigen, wurden in letzter Zeit einige Arbeiten unternommen, welche die Einwirkung des Stoffes auf das Licht zum Vorwurf haben. Bei mehreren derselben wurde die althergebrachte Formel

r Geschwindigkeit v des Lichts in der Luft, und der ichte d des Körpers folgende Gleichungen auf:

$$\Pi_1(s') = \int_s^\infty \Pi(s)\, ds$$

$$K = \int_0^\infty \Pi_1(s')\, ds'$$

$$\sin\theta' = \frac{\sin\theta}{\sqrt{1+\frac{4\,dK}{v^2}}}.$$

an erhält alsdann hier schon allgemein:

$$\frac{n^2-1}{d} = \frac{4K}{v^2}.$$

ach Laplace Hypothesen kann man nun sagen: es kann) die Function der Entfernung, welche den Einflufs der örpertheilchen auf das Licht bestimmt, für jeden Körper ne verschiedene seyn; oder 2) sie unterscheidet sich von nem Körper zum andern nur durch das Product der Dichte einen constanten Coëfficienten, welcher von den Eigenhaften des Körpers bestimmt wird. Dieser Coëfficient ufs, da er die Einwirkung der Körper auf das Licht darellen soll, proportional seyn dem Ausdruck:

$$\frac{4K}{v^2},$$

elcher eben die relative Intensität dieser Einwirkung zu kennen giebt und daher als Ausdruck des specifischen rechungsvermögens (*pouvoir réfringent*) zu gelten hat.

Diese Forschungen Laplace's sind die einzigen rein alytischen auf diesem Gebiete, die Mehrzahl der übrigen orscher bewegt sich auf dem Gebiete der Beobachtung. ebergeht man die experimentellen Untersuchungen von aplace, indem ohnedies nur die von Hawksbee 1710 blicirten einigen Werth besitzen würden, so sind alle lgenden schon auf dem Begriff Brechungsvermögen basirt id alle in einem mehr oder weniger innigen genetischen sammenhang.

...ergen, d. i.:

$$\frac{N^2-1}{D}P = \frac{n^2-1}{d}p +$$

Die Allgemeinheit dieses Satzes v
Dulong[2]) und Petit[3]) bestritten un
für geltend erklärt, bei denen keine D
bei der Verbindung vor sich gehen.
chungen waren nun für eine längere Ze
gen auf diesem Gebiete geschlossen. M.
und Arago geglaubt, direct zur Rechn
exponenten fortschreiten zu können, und
überwindliches Hindernifs; dann hemmte
chende Vibrationshypothese den Verfolg
den Ideen, endlich kam noch hinzu, da
ternommenen Versuche von keinem gün
gleitet waren. Unter der Zahl dieser l
Experiment Cooper's[4]), aus den Br
des flüssigen Cyanwasserstoffs und Cyan
stoffs (im flüssigen Zustande) zu 0,041 z
hervorragenden Platz ein, wenn man nur
Sinn mit einem Brechungsexponenten < 1
kann. Doch allmählich —

So haben Becquerel und Cahours[1]) eine grofse Anzahl von Stoffen untersucht und hierbei folgende Resultate erhalten: »Körper von gleicher Zusammensetzung und wenig verschiedener Dichte besitzen einen, in enge Gränzen eingeschlossenen Brechungsexponenten, welcher dagegen mit der Verdichtung der Substanz wächst. Bei Flüssigkeiten bestehend aus Kohlenstoff und Sauerstoff sind die Brechungsverhältnisse und Brechungsvermögen desto beträchtlicher, je weniger Sauerstoff in der Substanz enthalten ist, vorausgesetzt, dafs die Dichtigkeit dieser Körper nicht verschieden sey. Wenn aber die Dichtigkeit variirt, kann das Gegentheil eintreten, was offenbar beweist, dafs die Dichtigkeit des Körpers im flüssigen Zustande ein Element von grofsem Einflufs ist.«

Welchen Einflufs die Dichte in quantitativer Beziehung wirklich hat, und dafs die frühere Theorie die Constanz des Brechungsvermögens aufgestellt hat, haben sie in dieser Arbeit vollkommen ignorirt; sie versprachen auch eine Fortsetzung, die aber meines Wissens nicht erschienen ist.

Zu ähnlichen Schlüssen wie diese beiden Autoren kommt auch Deville[2]) und bemerkt ebenfalls, dafs isomere Körper bei gleicher Dichte gleiche Brechungsexponenten besitzen, legt aber grofsen Werth auf die Viscosität und meint, dafs die Aenderungen, welche beim Uebergang vom dickflüssigen in den dünnflüssigen Zustand stattfinden, nicht dem Anwuchs der Dichte allein zugeschrieben werden können. Auch er ignorirt das Gesetz des Brechungsvermögens; in seiner späteren Arbeit[3]) über die Mischungen wendet er wohl dasselbe an, ohne ihm jedoch eine Wichtigkeit beizulegen. Delffs[4]), der die Brechungsexponenten von sechs Aetherarten bestimmte, kam ebenfalls zu dem Schlufs: dafs isomere Stoffe gleiche Brechungsexponenten besitzen und diese mit dem Mischungsgewicht wachsen; der Grund hiervon ist nicht

1) Becquerel und Cahours, *Compt. rend. VI.* 867. Pogg. Ann. LI. 427.
2) Deville, *Compt. rend. XI.* 865. Pogg. Ann. LI. 435.
3) Deville, *An. d. Chim. et Phys. Ser. III. Vol. V.* 129. Pogg. Ann. LVII. 267.
4) Delffs, Pogg. Ann. LXXXI. 470.

angegeben. Nach Delffs erschien die Arbeit von Beer und Kremers[1]) über die Brechungsverhältnisse von Salzlösungen, woran Kremers[2]) einige theoretische Folgerungen knüpft, welche ich hier nicht übergehen kann. Letzterer hat nämlich aus den Lösungen die Exponenten der Salze abzuleiten gesucht und zwar zuerst mittelst der Formel

$$\frac{n^2-1}{D},$$

indem seine Meinung ist: »dafs man hiermit schon manches Brechungsvermögen berechnet hat, ohne ein allgemeines Gesetz aufzufinden; es wäre jedoch möglich, dafs diese Formel bemerkenswerthe Resultate liefere.« Im Laufe seiner Untersuchung verläfst er sie hingegen, und benutzt, um einen Fall einer von ihm ganz unnöthig geschaffenen Hypothese anzupassen, den Quotienten der Verhältnisse von Dichte und Fortpflanzung, d. i.:

$$\frac{nd^4}$$

$$\frac{n^2-1}{d},$$

fordere, die Vibrationshypothese kein bestimmtes Gesetz der Aenderung verlange [1]). So haben auch seine Versuche über die Brechungsexponenten des erkaltenden Wassers kein für die Constanz günstiges Resultat gegeben, indem noch unter 4° der Differentialrefractor eine Zunahme des Exponenten anzeigte. Wohl sagte über diesen Gegenstand Arago [2]), dafs die Beobachtungen an Wasser besser als mittelst Prismen, durch Benutzung der Interferenzfransen hergestellt werden können; doch macht auch schon Stokes [3]) aufmerksam, dafs man bei der Messung von Brechungsexponenten durch Verschiebung der Interferenzfransen etwas zu grofse Resultate erhält, weil wegen der gröfseren Breite der Strahlen für die weniger brechbaren die Mitte etwas stärker verschoben erscheint, als es in der That ist. Trotz dieser eben angeführten Thatsache, welche gegen das Gesetz spricht, hat Jamin dasselbe bei seinen spätern Untersuchungen benutzt. So hat er [4]) die Brechungsexponenten des Wassers bei verschiedenem Druck gemessen und die Fransenverschiebung am Interferentialrefractor den Druckkräften proportional gefunden; am Schlusse nimmt er den Begriff des Brechungsvermögens zu Hülfe und berechnet hieraus den Compressionscoëfficienten für HO; so erhält er eine Zahl, welche mit der von Grassi gefundenen

0,000504

nahezu identisch ist. Ebenso geht auch Jamin in seinen Untersuchungen über den Wasserdampf vom Biot-Arago'schen Gesetze aus, ohne über seine Gültigkeit theoretische Bemerkungen zu machen, und erhält so Resultate, welche mit den berechneten nicht stimmen; bedenkt man jedoch die vielen hier möglichen Fehlerquellen, so sieht man, dafs eine

1) Jamin, *Compt. rend. XLIII.* 1191. *Instit.* 1856 *p.* 453. *Arch. ph. nat. XXXIV.* 222 Pogg. Ann. C. 478. Liebig und Kopp Ann. 1856. 138.
2) Arago, *Compt. rend. XXXI.* 149. *Instit.* 1850. *p.* 249.
3) Stokes, *Instit.* 1850, *p.* 320. Silliman, Americ. J. (2) X. 392.
4) Jamin, *Ann. d. Chim. et de Phys. LII.* 163.

gröfsere Uebereinstimmung auch beinahe nicht zu erwarten ist. So hat also dieser geniale Forscher trotz seiner vielfachen Anwendungen des Gesetzes, die Frage dennoch nicht entschieden, ob das specifische Brechungsvermögen unter allen Umständen wirklich constant bleibe. Auch die Arbeiten von Dale und Gladstone [1]), welche hierfür hätten bei passender Benutzung des Materials wichtig werden müssen, haben zwischen Dichte und Brechungsexponenten zu keiner Relation geführt, da blofs die absolute Wärme und nicht ihr Einfluſs auf das Volumen in Betracht gezogen ward. Ueberhaupt haben die beiden Autoren, selbst wenn sie Vergleichungen zwischen Dichte und Fortpflanzung anstellten, sich nicht der schon bekannten Relationen bedient, sondern griffen zu einer neuen:

$$\frac{d}{n-1}.$$

Betrachten wir nun die neueren Arbeiten, welche sämmt-

Im Jahre 1861 veröffentlichte De Roux [1]) seine Beobtung über die Brechungsexponenten einiger Grundstoffe Gasform und berechnete auch schliefslich das Brechungsmögen derselben, wobei er jedoch sagt: »Ohne $\frac{n^2-1}{d}$ e Bedeutung beizulegen, kann diefs dienen, um eine Idee geben von dem hervorgebrachten Effect einer gewissen wichtseinheit der verschiedenen Materie auf das Licht.« eichzeitig mit De Roux publicirte Hoek [2]), welcher enfalls die Idee eines vorhandenen Connexes erfafste, er durch Benutzung ungenügender Beobachtungen zu inen neuen Resultaten, sondern nur zur annähernden rification der alten auf einem theoretischen Umwege gegte. Seine Arbeiten werde ich, wie schon erwähnt, bei r Theorie der Mischungen genauer besprechen.

Während so die Formel des Brechungsvermögens bei n meisten Untersuchungen einige Berücksichtigung fand, ir in letzter Zeit (1859) Pichot [3]) bemüht, dieselbe umstofsen. Er berechnet nämlich (ohne anzugeben, wie die chten genau bestimmt wurden) für Ethylchlorür (*A*) und weflige Säure (*B*) die specifischen Brechungsvermögen bei rschiedenen Temperaturen zu:

A)	16°	0,956	*B*)	13°	0,586
	45°	0,938		35°	0,551

d kommt daher wegen des sich zeigenden Unterschiedes dem Schlufs: »*On ne saurait donc admettre, en thèse néral, que le pouvoir réfringent d'une vapeur soit conint à toute température et à toute pression, et que le pouir réfringent d'une liquide soit independent de la température.*« Im Gegensatz zu diesem giebt er zu, dafs die Salzsungen nach dem Biot-Arago'schen Gesetz zu berechnen yen. Sein Schlufs lautet: »*Je ne prétends tirer de ces derers faits aucune induction théorique. Je les présente comme s régles empiriques.*« Da in diesem kurzen *Resumé* der

) De Roux, *Compt. rend. LI. Nr.* 5. *An. d. Chim. et d. Phys.* 1861 *p.* 418.
) Hoek, Pogg. Ann. CXII. 347.
) Pichot, *Compt. rend XLVIII*, 1118.

Compt. rend. nicht die Beobachtungsdaten, welche über diese Untersuchungen Licht verbreiten würden, gegeben sind, so kann ich keine Kritik üben und nur in Bezug auf die theoretischen Folgerungen auf meine Untersuchungen verweisen.

Mit Pichot ist die mir bekannte Literatur erschöpft. So war nun (mit Ausschluſs der neuesten Untersuchungen) der Stand der Frage, als ich durch meine Beobachtungen [1]) über die Variation der Brechungsexponenten bei Krystallen derselben Species aber verschiedenen Fundortes gezwungen ward, den richtigen Grund dieser Thatsache aufzuspüren. Es gelang in vollständiger und umfassender Weise und ich konnte schon 1860 in der Kaiserl. Academie der Wissenschaften das Resultat hiervon hinterlegen und 1861 in Poggendorff's Annalen veröffentlichen. Aus dieser Abhandlung werde ich jene Sätze, welche den Connex der Körperdichte mit der Fortpflanzung des Lichts betreffen, in folgenden Zeilen ausführlich begründen.

als solche die Vibrationen fortpflanzen, wo dann wirklich Störungen erster Ordnung stattfinden müssen.

Ohne mich auf das schlüpfrige Kapitel wagen zu wollen, von Seite einer Hypothese die Möglichkeit eines Connexes zu beweisen, will ich einstweilen blofs die Prämissen erörtern, welche zur Lösung des Problems gegeben sind.

Hieher gehört vor allem, dafs *a*) durch vielfache Beobachtungen bestätigt wurde, dafs die Aenderungen in der Dichte immer zugleich von einer Variation des Brechungsexponenten begleitet sind, welche letztere *b*) von derselben Ordnung wie die ersten ist.

Beweise für diese Sätze anzuführen ist nicht nöthig, da sie sich durch die Beobachtungen von Hawksbee bis Deville immer bestätigt haben. Der Ausnahmefall des Wassers nach den Jamin'schen Beobachtungen wird theilweise durch die von Dale und Gladstone aufgehoben; anderseits sind dort die Aenderungen zu gering, um mit absoluter Genauigkeit Schlüsse zu erlauben.

Da nun nach *a*) und *b*) die Körperdichte einen direct nachweisbaren Einfluſs auf die Fortpflanzung des Lichtes ausübt, so kann man *c*) die Einflufsnahme auf den Aether einstweilen vernachlässigen und blofs die beiden gegebenen Substrata benutzen.

Zieht man schliefslich *d*) die einfache Betrachtung zu Hülfe, dafs der Brechungsexponent jeder Substanz streng definirt werden mufs, so wird man augenblicklich zur Cauchy'schen Form desselben geführt. Es ist daher jeder Brechungsexponent als aus dem Refractions- und Dispersionscoëfficienten bestehend zu betrachten unter der Form:

$$(A) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \mu = A + \frac{B}{\lambda^2}.$$

Ohne weitere theoretische Forschungen über die moleculare Fortpflanzung zu machen, folgen doch schon aus den obigen vier Grundsätzen einige Anhaltpunkte, nach welchen der Connex stattfinden kann.

Da nach obigen dA und dD Aenderungen derselben Ordnung sind, so kann dieſs unter der allgemeinen Form:

$$dA = f(x)\,dD$$

dargestellt werden. Berechnet man einige solche Fälle, welche ich aber hier nicht anführen will, so gelangt man augenblicklich zur Kenntnifs von $f(x)$; diese Function ist nämlich:

$$f(x) = \frac{C}{F(y)},$$

wobei nun $F(y)$ proportional A ist, so dafs sie auch unter der Form:

$$f(x) = \frac{C}{A}$$

geschrieben werden kann. Hieraus folgt:

(I) . . . . . $A\,dA = C\,dD.$

Zieht man den Dispersionscoëfficienten in Betracht, so zeigt sich dieser schon in der Cauchy'schen Formel von Quadraten abhängig; da ferner nach allen möglichen Vorstellungsweisen die Dispersion nur durch moleculare Stö-

abnimmt, für Gase schon ein Minimum, für $D = 0$ aber $B = 0$ ist. Wir gewinnen somit die Formeln (III) und (IV):

(III) . . . . . $\frac{A^2 - 1}{D} = M,$

(IV) . . . . . $\frac{B}{D^2} = N.$

Diese Integrationsconstanten M und N sind im Verlaufe der Untersuchung von oftmaliger Anwendung und ich werde nicht nur fortwährend mich zur Bezeichnung der obigen Verhältnisse derselben Buchstaben bedienen, sondern auch sie mit eignen Namen bezeichnen und zwar nach der Analogie mit der Laplace'schen Formel sey M das specifische *Refractionsvermögen* (*pouvoir réfringent*), N das specifische *Dispersionsvermögen* (*pouvoir dispergent*).

Aus diesen Formeln (III) und (IV) ergeben sich schon einige Bemerkungen, welche, da sie mit dem hier zu behandelnden Gegenstand in keiner engeren Verbindung stehen, wohl hier zu besprechen sind.

Bedenkt man nämlich, dafs sich die Massen wie die Dichten, anderseits aber auch wie die Distanzen r der Molecüle verhalten, so zeigt die Formel (IV), dafs die Dispersion, da sie auch nach Obigen dem Gesetz (V) genügen mufs,

(V) . . . . . $\frac{B}{r^2} = C.N,$

wie alle Folgen von anziehenden Kräften von dem reciproken Quadrate der Entfernung abhängig ist.

Eine andere Folge von (IV) ist: dafs die Fraunhofer'schen Linien bei Verdichtung der brechenden Substanz ihre Mitten gegen das violette Ende hin verschieben müssen, analog mit dem von A. Weifs beobachteten Absorptionsphänomen.

Wohl sollte nun allsogleich zur Verification der aufgestellten Formeln geschritten werden, allein es ist noch nöthig einige Einwürfe, welche vielleicht gegen die gebrauchte Form des Brechungsexponenten erhoben werden könnten, zu besprechen.

Man könnte nämlich von der noch allgemeineren Form

$$(B) \quad \ldots\ldots \quad \mu = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4}$$

ausgehen; oder für a, b, c folgende Formeln gelten lassen:

$$(a) \quad \left\{\frac{\mu_\varrho \frac{\lambda^4_\varrho}{\lambda^4_\nu} - \mu_\nu}{\frac{\lambda^2_\varrho}{\lambda^2_\nu} - 1}\right\} - \left\{\frac{\mu_{\gamma\lambda} \frac{\lambda^4_{\gamma\lambda}}{\lambda^4_\nu} - \mu_\nu}{\frac{\lambda^2_{\gamma\lambda}}{\lambda^2_\nu} - 1}\right\} = a \left\{\frac{\lambda^2_\varrho - \lambda^2_{\gamma\lambda}}{\lambda^2_\nu}\right\}$$

$$R = \mu_\varrho - a$$

$$V = \mu_\nu - a$$

$$(b) \quad \frac{R\frac{\lambda^2_\varrho}{\lambda^2_\nu} - V}{\frac{\lambda^2_\varrho}{\lambda^2_\nu} - 1} = \frac{b}{\lambda^2_\nu}$$

$$(c) \quad \mu_\nu - a - \frac{b}{\lambda^2_\nu} = \frac{c}{\lambda^4_\nu}.$$

Es tritt hier der Fall ein, dafs sowohl die Form (A) als auch die (B) des Brechungsexponenten den Beobachtungswerthen desselben genügt, allein es ist hier auch nicht der Connex mit den übrigen Eigenschaften zu vergessen. Während ich nun (A) wegen der für die Theorie nöthigen Sicherheit genauen Berechnungen unterziehen werde, will ich hier nur vorgreifend die Unbenutzbarkeit der Form B darlegen. Berechnet man nämlich unter der Annahme

$\lambda^2_B = 6 . 10^{-10}$, $\lambda^2_D = 4 . 10^{-10}$, $\lambda^2_H = 2 . 10^{-10}$

für *Kreosot* (später folgen die nöthigen Beobachtungsdaten) a, b, c, dann das analog mit III gebildete M', so erhält man für 13° und 70° nachstehende Daten:

13°	$a = 1{,}51875$	$b = 0{,}05035$	$c = 0{,}0195$
	$M' = 0{,}001573$	$\frac{b+c}{D^2} = 1{,}000 \times 10^{-8}$	
70°	$a = 1{,}4948$	$b = 0{,}04050$	$c = 0{,}0234$
	$M' = 0{,}001545$	$\frac{b+c}{D^2} = 1{,}012 \times 10^{-8}$.	

Aus diesen Zahlen erhellt, dafs es nicht möglich wäre, so einfache Relationen wie (III) und (IV) aufzustellen, indem höchstens c mit d^4 in einem Connexe aufzufassen möglich wäre. Da aber diefs die Form (A) leistet, so gewähren diese Thatsachen nicht blofs die Berechtigung sie zu gebrauchen, sondern sie widerlegen auch die von Broch, Redtenbacher etc. vorgebrachten Bedenken gegen die Richtigkeit derselben.

Nach diesen Erörterungen erübrigt schliefslich nur noch die Betrachtung jener Grundsätze, welche es uns ermöglichen, die aufgestellten Formeln in ihrer vollsten Allgemeinheit zu prüfen und zu verificiren.

Hier ist der wichtigste Punkt der: dafs die Aenderungen der Dichte möglichst rein, frei von allen Beimischungen fremder Stoffe, dargestellt werden; es dürfen also nur Beobachtungen benutzt werden, welche an chemisch gleichen Präparaten bei verschiedenen, aber genau bestimmbaren Dichtigkeitszuständen gemacht wurden, aber anderseits mufs nicht blofs μ sondern A und B bekannt oder ableitbar seyn.

Bedenkt man diese beiden Punkte, so sieht man wohl die Schwierigkeit ihnen vollkommen zu genügen, da vereinzelte Thatsachen keine sicheren Schlüsse erlauben würden; allein glücklicherweise hat sich das hier nöthige Material in letzter Zeit bedeutend vermehrt. Es sind nämlich vorhanden 1) die Messungen von Dale und Gladstone, welche mit Berücksichtigung der Dispersion bei verschiedenen Temperaturen angestellt wurden; 2) einige Mineralspecies, welche je nach ihrem Fundort verschiedene Dichte und Brechung besitzen, als z. B. Topas, Beryll, Apatit; für dieselben habe ich einige fehlende Beobachtungen nachgetragen — hier werden sich einige Unregelmäfsigkeiten zeigen müssen, da bei Variation der Fundorte auch die absolute Identität der Substanz nicht verbürgt werden kann, 3) die allotropen Modificationen eines und desselben Stoffes, wie sie C, HO, P, CO_2 CaO darbieten, und endlich 4) die Vergleichung der Eigenschaften einiger Grundstoffe

in gasförmigem und festem Zustande, welche durch die Beobachtungen von De Roux möglich gemacht wurden.

Diese vier Fälle werde ich nun in den nächsten Paragraphen einer genauen Prüfung unterziehen.

§. 3. Bevor ich die Resultate der Berechnung mittheile ist es nöthig, die bei derselben befolgten Grundsätze zu erörtern.

Vor allem ward, um eine Gleichförmigkeit der berechneten M und N zu erzielen, der Dichte als Einheit *die Dichte der atmosphärischen Luft* zu Grunde gelegt, und in Folge dessen alle Angaben für (III) und (IV) umgewandelt in

$$\frac{\text{Körperdichte}}{773{,}48} = d.$$

Der Refractions- und Dispersionscoëfficient von (A) ward berechnet nach

$$\frac{\lambda^2_B}{\quad}$$

Diesen Fall habe ich trotz seiner Einfachheit deshalb erwähnt, um für spätere Vergleichungen ja keinen Zweifel hervorzurufen.

Der am Schlusse von §. 2 angeführte Plan fordert nun die Berechnung der Dale- und Gladstone'schen Messungen. Diese beiden Autoren haben aber nie die nöthigen Beobachtungen über die Dichtigkeitsverhältnisse angestellt, so dafs diese durch die glücklicherweise für jeden untersuchten Stoff vorliegenden Ausdehnungsformeln von Kopp und Pierre berechnet werden müssen. Durch diese Trennung der Beobachtung mufs natürlich die Genauigkeit einigen Abbruch erleiden, da die absolute Identität der Stoffe trotz aller sonstigen Genauigkeit immer etwas fraglich bleibt und besonders die Volumsdilatationen durch fremde Beimengungen beträchtliche Aenderungen zu erleiden vermögen.

Eine zweite Fehlerquelle ist: dafs die obigen Autoren den Winkel des Prisma als constant annahmen und nicht bei jedem Grad der Erhitzung prüften.

Diese möglichen Fehler können das Resultat vielleicht schon bedeutend afficiren, daher es nöthig ist, nicht blofs für die nachfolgenden Zahlen, sondern für die ganze Untersuchung den Einflufs von möglichen Fehlern auf das Resultat zu kennen. Ich habe daher für das Brechungsvermögen eine Tabelle berechnet, welche die Fehler in M bei gleichzeitiger Variation der Dichte um 0,0025 und der Brechungsexponenten um 0,0005 angiebt. Die Tabelle für die Dichten 1,0, 1,5 2,0, 3,0 berechnet, giebt die Fehler in M in Einheiten der *achten* Decimalstelle.

	1,0	1,5	2,0	3,0
1,3500	435	230	152	86
1,4000	493	260	168	95
1,5000	600	310	201	110
1,6000	715	362	252	138

Da ich in dieser Untersuchung M in Einheiten der sechsten oder siebenten Decimalstelle (wegen geänderter Dichteneinheit, welche auch in der Tabelle zu Grunde gelegt ward) angebe, so folgt, dafs diese so geringen Beob-

achtungsfehler schon von bedeutendem Einfluſs sind. Be
denkt man, daſs aber die wahrscheinlichen Fehlergränze
nicht die doppelten der oben angenommenen sind, so sin
die nahezu vierfachen Werthe der obigen Tabelle hinre
chend, die meist kleinen Abweichungen, welche in diese
Abhandlung vorkommen, mehr als genügend zu erklären.

Nach allen diesen Vorsichten kann man zur Anführun
der erhaltenen Zahlenwerthe übergehen, welche in folgen
den Tabellen geordnet sind.

I. Schwefelkohlenstoff. CS_2.

$D = 1{,}2931$ für 0° C. $V = 1 + 0{,}0011398\,t + 0{,}000\,001\,3707\,t^2$. Pierre.

t °C.	D	μ_A	μ_D	μ_H	A	M	$\frac{B}{\lambda_\varrho^2}$	$N\lambda_\varrho^2\,10^7$
0°	1,2931	1,6217	1,6442	1,7175	1,5738	0,0014770	0,0479	0,4791
10	1,2783	1,6144	1,6346	1,7081	1,5675	0,0014739	0,0469	0,4800
20	1,2639	1,6076	1,6261	1,6993	1,5617	0,0014722	0,0459	0,4805
30	1,2499	1,5995	1,6182	1,6896	1,5544	0,0014652	0,0451	0,4828
40	1,2361	1,5919	1,6103	1,6810	1,5473	0,0014585	0,0446	0,4881

II. Aether. C_4H_5O.

$D = 0{,}7358$ für 0° C. $V = 1 + 0{,}0015132\,t + 0{,}000\,002\,3592\,t^2$. Pierre.

$D = 0{,}7368$ $V = 1 + 0{,}00148026\,t + 0{,}000\,003\,50316\,t^2$. Kopp.

5°	0,73027	1,3585	1,3622	1,3740	1,3507	0,0014599	0,0078	0,2446
10	0,72481	1,3555	1,3592	1,3707	1,3479	0,0014573	0,0076	0,2419
20	0,71416	1,3508	1,3545	1,3658	1,3433	0,0014566	0,0075	0,2459
30	0,70381	1,3460	1,3496	1,3611	1,3385	0,0014545	0,0075	0,2532
34	0,69874	1,3442	1,3477	1,3595	1,3366	0,0014555	0,0076	0,2603

H_6O_2.

$000\,7836t^2 + 0{,}000\,000\,017618t^3$. Kopp.

A	M	$\frac{B}{\lambda_\varrho^2}$	$N\lambda_\varrho^2\,10^7$
1,3581	0,0013491	0,0077	0,1965
1,3541	0,0013456	0,0076	0,1985
1,3502	0,0013427	0,0076	0,2022
1,3462	0,0013399	0,0075	0,2046
1,3421	0,0013365	0,0074	0,2065

). $C_2H_4O_2$.

$2t + 0{,}000\,001\,3635t^2$. Kopp.

1,3307	0,001223	0,0071	0,1789
1,3273	0,001223	0,0070	0,1805

$C_{10}H_{12}O_2$.

$t + 0{,}000\,000\,65729t^2$. Pierre.

1,3994	0,001498	0,0090	0,2201
1,3971	0,001502	0,0089	0,2214

VI. Kreosot (Phenol). $C_{12}H_6O_2$.

$D = 1{,}0838$ für 0° C. $V = 1 + 0{,}0006744\,t + 0{,}000\,00\,17210\,t^2$. Kopp.

t °C.	D	μ_A	μ_D	μ_H	A	M	$\frac{B}{\lambda_\varrho^2}$	$N\lambda_\varrho^3\,10^7$
13°	1,0740	1,5377	1,5488	1,5886	1,5122	0,001549	0,0255	0,3697
25	1,0654	1,5321	1,5429	1,5823	1,5070	0,001543	0,0251	0,3697
30	1,0618	1,5301	1,5413	1,5802	1,5051	0,001541	0,0250	0,3709
40	1,0546	1,5254	1,5362	1,5748	1,5007	0,001535	0,0247	0,3714
50	1,0476	1,5205	1,5311	1,5692	1,4962	0,001542	0,0243	0,3703
60	1,0406	1,5156	1,5262	1,5637	1,4916	0,001522	0,0241	0,3722
70	1,0337	1,5109	1,5209	1,5587	1,4870	0,001515	0,0239	0,3740

VII. Wasser. HO.

1°	1,000050	1,32913	—	1,34377	1,32181	0,0009662	0,00732	0,1224
4	1,000112	1,32902	1,33367	1,34366	1,32170	0,0009658	0,00732	0,1224
10	0,999855	1,3288	1,3327	1,3434	1,3215	0,000965	0,0073	0,1220
20	0,998408	1,3279	1,3320	1,3427	1,3205	0,000963	0,0074	0,1241
30	0,995802	1,3270	1,3309	1,3415	1,3198	0,000964	0,0072	0,1214
40	0,992560	1,3257	1,3297	1,3410	1,3181	0,000961	0,0076	0,1290
50	0,988563	1,3241	1,3280	1,3388	1,3167	0,000960	0,0074	0,1266

Aufser diesen Beobachtungen, welche die Dispersion berücksichtigen, liegen noch von Dale und Gladstone Beobachtungen über Phosphor vor. Da aber bei diesem blofs die Fraunhofer'sche Linie *D* beobachtet ward, so ist es erklärlich, dafs wenn man in (III) den Brechungsexponenten selbst substituirt, das gerechnete *M* mit der Temperaturzunahme immer kleiner werden mufs, da die Dispersion, wenn sie in Betracht gezogen worden wäre, den Coëfficienten *A* eben durch ihre Abnahme vergröfsert hätte. Diefs ist auch aus Nachfolgendem ersichtlich.

VII. Phosphor.

$D = 1{,}826$ für 10° C. $V_{\text{fest}} = 1 + 0{,}000383\,t$.
$V_{\text{flüssig}} = 1{,}05173 + 0{,}000532\,t$ Kopp.

$t°$ C.	D	μ_D	M
30	1,7362	2,0741	0,002459
40	1,7274	2,0677	0,002452

jene Stoffe von Wichtigkeit, welche bedeutende Zerstreuung, weit bedeutender als die möglichen Fehler, besitzen, wie dieſs bei S_2C oder $C_{12}H_6O_2$ der Fall ist.

Aus den Rechnungen ersieht man ferner, daſs auch der Winkel des Prisma mit der Temperatur variirte und nicht nach der Meinung der Autoren constant blieb, da die Brechungsexponenten insgesammt mit der Zunahme der Temperatur um einen nahe gleichen Winkelwerth zu klein sind, um dem Gesetze (III) vollständig zu genügen.

Es ergiebt sich aber schlieſslich als Resultat dieses Paragraphen, daſs die Formeln (III) und (IV) sich innerhalb der möglichen Fehlergränzen als richtig bewährt haben.

§. 4. Sucht man nach einer zweiten Reihe von Thatsachen, geeignet die obigen Sätze zu controliren, so findet man im Mineralreich einige Substanzen, welche verschiedene Brechungsexponenten besitzen. So ist es schon seit längerer Zeit bekannt, daſs die Topase der verschiedenen Localitäten verschiedene Axenwinkel und Brechungsexponenten besitzen, und eben dieser Fall zeigte sich durch die Untersuchungen von Descloizeaux zuerst am Beryll und die von mir am Apatit. Der Grund dieser Erscheinung ist meines Wissens nirgends angegeben noch auch gesucht worden; anfänglich glaubte ich denselben in einer bedeutend verschiedenen chemischen Zusammensetzung suchen zu müssen, allein ein gründliches Studium sowohl der chemischen Verhältnisse als auch der Bestimmung der fehlenden Daten für die Dichtigkeit lieſs den Grund in den Formeln (III) und (IV) erkennen.

Bei diesen krystallinischen Medien sind aber einige wichtige Bemerkungen nöthig. Wir besitzen nämlich für dieselben bloſs den Ausdruck einer *mittleren* Dichte, wie er durch die Beobachtungen gegeben wird, und drei Brechungsexponenten. Um beide Formen homogen zu machen, benutzte ich den Vergleich zwischen dem Volum der Kugel und der Ellipse, und nenne daher im Verlaufe dieser Untersuchung den *mittleren* Brechungsexponenten nicht β, sondern für die zweiaxigen Substanzen

$$\mu R = \sqrt[3]{\alpha\beta\gamma}$$

bei einaxigen hingegen

$$\mu R = \sqrt[3]{\omega\omega\varepsilon}$$

und analog hiermit A_r, B_r, M_r, N_r, wenn diese Gröfsen in Betracht zu ziehen sind.

Für die in diesem Paragraphen vorliegenden Substanzen ist es nicht möglich, die Dispersion vollkommen in Rechnung zu ziehen, da hiefür theils die nöthigen Daten fehlen, theils den vorhandenen die absolute Genauigkeit mangelt; man ist daher gezwungen in Formel (III) statt A zu substituiren μR, um mindestens einigermafsen das Gesetz in Anwendung bringen zu können.

I. *Topas.* Die Messungen Rudberg's beziehen sich auf brasilianischen (β), die von Heufser auf Schneckensteiner (σ); wegen der Mangelhaftigkeit der letzteren ist

bedeuten ferner (*N*) Nertschinsker, (*E*) Elbaner, (*G*) Grão Mogor Vorkommnisse.

	D	*ε*	*ω*	*A*,	*M*	*N*, 10^7
N	2,6618	1,56165 1,58393	1,56630 1,58818	1,5536	0,0006869	0,025
E	2,6932	1,56540 1,58261	1,57028 1,58884	1,5597	0,0006879	0,020
G	2,7082	1,57148 1,59542	1,57762 1,60321	1,5631	0,0006891	0,022

Diese Rechnungen zeigen also, dafs sich (III) auch hier vollkommen bewährt; was hingegen die Dispersion betrifft, so liegen nur meine Beobachtungen am Beryll vor und diese stimmen für *E* und *G* ganz gut, nur *N* läfst sich weniger gut vergleichen, wie obige Zahlen lehren; wovon aber nur die geringere Genauigkeit der Messungen die Schuld trägt.

Aufser diesen Verificationen zeigt aber auch dieser Paragraph, dafs diese Mineralspecies, zu welchen noch mehrere andere, insbesonders Glimmer gehören, trotz mancher ihrer durch ihren Fundort hervorgebrachten Variationen, nicht in Unterabtheilungen zerfällt werden dürfen, indem stattfindende Aenderungen, wenn auch scheinbar regellos, doch nur der Ausflufs eines bekannten Gesetzes sind.

§. 5. In den bisher betrachteten Fällen ward bei jeder Variation der Dichte stillschweigend vorausgesetzt, dafs diese nicht weit auseinander liegende Gränzen nicht überschreite; in diesem Paragraphen soll auch zur Betrachtung dieser Möglichkeit geschritten und gezeigt werden, dafs die Fortpflanzung des Lichts auch durch Aenderungen der Form nicht beirrt werde.

Es liegen wohl über die allotropen Modificationen wenig optische Beobachtungen vor, allein selbst diese werden besonders für den Refractionscoëfficienten genügen; für den Dispersionscoëfficienten hingegen, welcher weit empfindlicher ist, werden noch genauere Messungen nachfolgen müssen, um die Frage über den möglichen Einflufs der Form zur absoluten Entscheidung zu bringen.

Für die allotropen Zustände des Kohlenstoffs besitzen wir die Reflexionsbeobachtungen Jamin's am Diamant und Anthracit; für die des kohlensauren Kalkes die von Rudberg; für die Uebergänge aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand von Wasser und Phosphor die von Dale und Gladstone. Die anzuwendenden Dichten sind nur von $CaO.CO_2$ unzweifelhaft bestimmt, bei den übrigen erfordern sie einige Auswahl. Für Anthracit sind viele Analysen vorhanden, welche durchschnittlich gegen 90 Proc. C anzeigen mit Variationen des specifischen Gewichts zwischen 1,3 bis 1,6. Ich benutzte die Angaben Regnault's, der für einen nordamerikanischen Anthracit bei 92 Proc. Kohlenstoff $d = 1{,}4$ bestimmt. Für Wasser benutzte ich die Messungen von Joule und Playfair, mit welchen auch die neuesten Untersuchungen von Dufour [1]) und das Mittel aller vorhandenen frühern Bestimmungen übereinstimmt. Für Phosphor geben Dale und Gladstone selbst $D = 1{,}823$

ten Beobachtungen zu Hülfe ziehen und den hieraus berechneten Dispersionscoëfficienten direct bei $t = 35°$ zur Ermittelung von A anwenden. Es folgt hieraus

α $d = 1{,}8087$ $A = 1{,}9766$ $M = 0{,}002078$
$B = 0{,}1402$ $N10^7 = 0{,}7277$

β $d = 1{,}7318$ $A = 1{,}9410$ $M = 0{,}002066$
$B = 0{,}1299$ $N10^7 = 0{,}7207$

Die gegen früher bedeutend bessere Uebereinstimmung mit (III) ist auffallend und beweist zugleich auch die Nothwendigkeit des Gesetzes (IV).

IV. Kohlensaurer Kalk. α Kalkspath, β Arragonit.

α $d = 2{,}73$ $A_r = 1{,}5801$ $M_r = 0{,}0007091$,
$B_r = 0{,}01268$ $N_r 10^7 = 0{,}0285$

β $d = 2{,}94$ $A_r = 1{,}6067$ $M_r = 0{,}0007067$
$B_r = 0{,}01161$ $N_r 10^7 = 0{,}0225$

Die hier auftretenden Abweichungen sind einerseits wohl hervorgerufen durch die Nothwendigkeit das geometrische Mittel benutzen zu müssen, anderseits ist aber auch wirklich die Dispersion bei Kalkspath bedeutender als bei Arragonit. Will man nun keinen Fehler der Beobachtungen zugestehen, so sind vor allen noch genauere Messungen als die Rudberg's nöthig, um absolute Beweiskraft zu besitzen.

§. 6. Wir haben nachzuweisen gesucht, dafs das Brechungsvermögen bei jeder Aenderung der Dichte, und selbst wenn sie einen allotropen Zustand herbeizuführen vermöchte, sich constant erhält; allein es sind aufser diesen noch bedeutendere und zwar die Uebergänge in den *gas*förmigen Zustand zu beachten. Eine solche Transformation, welche mit einer Variation des Volums um mehr als das tausendfache verbunden ist, mufs bedeutende Wichtigkeit besitzen und vermag vielleicht für die Theorie entscheidende Merkmale zu enthalten. Glücklicherweise liegen für einige Stoffe Messungen vor, welche hinreichen, über die hier stattfinden Gesetze ins Klare zu kommen.

De Roux hat nämlich die Brechungsexponenten von Schwefel, Phosphor, Arsen, Quecksilber im gasförmigen Zustand bestimmt, während über Phosphor von Gladstone und Dale, über Schwefel von mir Beobachtungen vorliegen. Da aber erstgenannter die Dispersion nur qualitativ bestimmte, so ist zum Vergleiche nicht A, sondern μ_ϱ zu benutzen, bei Schwefel überdiefs μR.

Es ist also:

		im gasförmigen Zustand	
S	$d = 6{,}617$	$\mu_\varrho = 1{,}001629$	$M = 0{,}000492$
P	$d = 4{,}355$	$\mu_\varrho = 1{,}001364$	$M = 0{,}000626$
		im festen Zustand	
S	$d = 2{,}065$ [1])	$\mu_\varrho R = 2{,}053$	$M = 0{,}002017$
P	$d = 1{,}823$ [2])	$\mu_\varrho = 2{,}106$	$M = 0{,}002437$

Aus diesen Zahlen ergäbe sich nicht nur eine geringe Variation des Brechungsvermögens, sondern eine totale Verschiedenheit; allein vergleicht man das vierfache Multiplum

Formel mit dem Brechungsvermögen zum Object haben, kann ich doch schon hier einige Sätze zur Präcisirung der vorkommenden Multipla anführen.

Man kann nämlich jedesmal die Gröfse des Multiplum erkennen, wenn man bedenkt, dafs der aus M berechnete Brechungsexponent gewissen aus der Praxis genommenen Regeln unterworfen seyn mufs. So haben die Beobachtungen gelehrt, dafs für Gase und Dämpfe μ zwischen 1,0002 — 1,002, für Körper von mittlerer Dichte zwischen 1,33 — 1,7 liegt. Beispielsweise würde $M_{fest} = 0{,}0002$ für Schwefelgas von der Dichte 6,62, $\mu = 1{,}0066$ verlangen; eine vollkommen gegen die Erfahrung streitende Zahl, welche auch nicht, sondern nur der vierte Theil hievon, beobachtet ward. Ausnahmen sind kaum registrirt von diesen obigen Grundsätzen, deren Gesetzmäfsigkeit vollkommen hinreicht, die Multiplicatoren von M in (V) zu bestimmen.

§. 7. Bei den bisher untersuchten Körpern ward noch als Hauptmoment die Gleichheit der Dichte nach den drei Hauptdimensionen hervorgehoben. Ohne zu untersuchen, welche Einwirkung die Molecularanordnung durch die Aenderung der Dichte erfährt, ist es uns gelungen, die Beweise für die Constanz des Brechungs- und Dispersionsvermögens herzustellen. Allein diese Gesetze zeigten sich nicht blofs richtig in der speciellen Form, sondern erhoben sich zur Allgemeinheit unter dem in (V) besprochenen Ausdrucke, dafs das Brechungsvermögen für jede Substanz in ihrer Modification ein einfaches Multiplum einer constanten Zahl sey. Die Gesetzmäfsigkeit der Brechungsexponenten reicht hin, diese Coëfficienten unzweifelhaft zu bestimmen. An diese Theoreme sind, bevor man zur Betrachtung der krystallisirten Körper übergehen kann, noch einige Bemerkungen zu knüpfen.

So erhellt vor allen, dafs in Folge (III), (IV), (V) nicht die Elasticitäts- sondern nur die Dichtigkeitsvariationen in den Körpern von entscheidendem Einflufs auf die Fortpflanzung des Lichts sind, und dafs, wenn auch erstere eintreten, sie nur Functionen der zweiten seyn können, womit also die

Fresnel'sche Grundlage der Vibrationstheorie eine neue Bestätigung erhält, indem ja anderseits aus den durchgeführten Paragraphen folgt, dafs die *Aetherdichte* der des *Körpers gleich* oder *proportional* gesetzt werden mufs.

Mit diesen Consequenzen ward ermittelt, dafs, da M und N in ihrer jetzigen Fassung nur von der chemischen Constitution der Körper abhängig sind und hinreichen die Geschwindigkeit des Lichts zwischen den allgemeinsten Gränzen zu bestimmen, nun die Fortpflanzung der Lichtvibrationen für isophane Körper auf eine Function der chemischen Formel zurückgeführt ist.

III. Einflufs der Variationen einer axial ungleichförmigen Körperdichte.

§. 8. In den vorhergehenden Untersuchungen ward bisher die Dichte als vollkommen gleichmäfsig angenommen, und selbst bei den Berechnungen krystallisirter Substanzen nie ein specieller Brechungsexponent, sondern nur der mittlere berechnete mit der mittleren beobachteten Dichte verglichen, d. h. selbst die Krystalle wurden ihres eigentlichen Charakters entkleidet und als isophan betrachtet. Doch dieſs ist nicht immer möglich und die Theorie ist in ihrem Fortschritte eben angewiesen, die Orientirung der Dichte und Brechungsexponenten nach den Elasticitätsaxen zu

1) Die Beobachtungen von Rudberg haben gezeigt, dafs die Variationen der Dichte von solchen der Brechungsexponenten begleitet sind. 2) Lehren alle Elasticitäts- und Dichtigkeitsversuche, dafs letztere nach den drei Dimensionen symmetrisch variiren. 3) Da schliefslich nach §. 7 die Dichte des Aethers mit der des Körpers proportional ist, so kann allgemein die Doppelbrechung mit den Dichtigkeitsvariationen in Connex gebracht werden.

Schwieriger ist die Frage zu entscheiden, welcher Zusammenhang zwischen der Schwingungsrichtung und der orientirten Dichte bestehen könne. Bei den isophanen Körpern ist man nämlich nicht genöthigt, eine bestimmte Formulirung hierüber zu geben, welche axiale Dichte, ob die gegen die Fortpflanzungsrichtung des Strahls normale (D_n) oder tangentiale (D_t), von Einfluſs sey. Da dieſs aber für Krystalle von absoluter Nothwendigkeit ist, so sind die verschiedenen Combinationen von D_n D_t mit ihrem Einfluſs auf die Doppelbrechung zu untersuchen.

Würde nun in der Formel (III) D_t substituirt, so haben wir für jede Richtung nur einerlei D und hiermit wäre die Doppelbrechung ausgeschlossen. Ein zweiter Fall wäre, dafs das Product

$$D_t D_n$$

vorkäme. Betrachtet man aber das Ellipsoïd mit den Axen a, b, c, so hat der Strahl die Geschwindigkeiten:

$$\begin{array}{ll} \| \, c & ab \\ \| \, b & ac \end{array}$$

und es wäre daher im Allgemeinen mit der Annahme des zweiten Falles ausgesprochen, dafs

$$a = f(D_a D_c)$$
$$a = f(D_a D_b)$$

d. h. die zwei möglichen Brechungsexponenten für Variationen parallel einer Axe nicht einen, sondern *zwei verschiedene* Werthe besitzen müſsten. Ein Fall, der von theoretischer Seite nicht unbedingt zu läugnen wäre, da ja die hervorgebrachten Unterschiede nicht allzugroſs wären, wenn

nicht die wichtigen Beobachtungen Fresnel's die absolute *Identität* bewiesen hätten.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dafs nur D_n d. i. jene Dichte, welche der Schwingsrichtung parallel ist, von Einfluſs seyn kann. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit erscheint somit abhängig von dem Widerstande, welchen die seitlichen Theile dem Verschieben aus ihrer Ruhelage entgegensetzen; während die *longitudinale* Fortpflanzung des Stoſses *unabhängig* von der *Dichte* ist. Letzteres ist besonders wichtig und hervorzuheben wegen der Uebereinstimmung mit den Theorien der Vibrationshypothese, welche die nahezu unendliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Vibrationen fordert.

Ferner beschränkt der Ausschluſs der tangentialen Dichte die anwendbaren Formeln, und wir haben es daher aller Wahrscheinlichkeit nach nur mit (III) und (IV) zu thun, da ja das früher erwähnte Fresnel'sche Experiment so-

wäre, auf irgend einen weiteren störenden Factor aufser der Dichte zu schliefsen.

§. 9. Um einen directen Beweis herzustellen, dafs für die krystallisirten Körper ebenfalls die Formeln (III) und (IV) Geltung haben, mangeln noch einige nöthigen Daten, denn wir besitzen wohl die Kenntnifs der drei Brechungsexponenten und der mittleren Dichte (D) des Körpers, hingegen nicht die der axialen Dichte nach den drei Axen (D_α D_β D_γ). In der Erwartung daher, dafs vielleicht später diese Daten entweder als Functionen der Krystallgestalt durch Induction abgeleitet oder durch sklerometrische oder magnetische Messungen bestimmt werden, müssen wir einstweilen einen indirecten Weg zur Verification der Formeln benutzen.

Da wir nämlich zu beweisen haben, dafs

$$\text{(VI)} \quad \cdot \cdot \quad \frac{A_\alpha^2 - 1}{D_\alpha} = \frac{A_\beta^2 - 1}{D_\beta} = \frac{A_\gamma^2 - 1}{D_\gamma} = M$$

$$\text{(VII)} \quad \cdot \cdot \cdot \quad \frac{B_\alpha}{D_\alpha^2} = \frac{B_\beta}{D_\beta^2} = \frac{B_\gamma}{D_\gamma^2} = N,$$

so können wir eins dieser Gesetze als richtig annehmen und mit Hülfe dessen das zweite beweisen. Es ist daher MR aus D und AR zu bestimmen, diefs liefert mittelst (VI) D_α, D_β, D_γ, und nun mufs nach deren Substitution (VII) sich als richtig bewähren; aber auch die umgekehrte Reihenfolge der Benutzung der Gleichungen mufs zu demselben Ziele führen. Zu bemerken ist, dafs wenn man aus dem mittleren M_{VI} und N_{VII} die Brechungsexponenten zurückberechnet, sie mit den beobachteten übereinstimmen müssen.

Nachdem auf diese Weise der zu befolgende Gang des Beweises festgestellt ist, so können wir vorerst, dafs ein Connex zwischen Dichte und Brechungsexponenten vorhanden sey, wie wir in §. 8 erwähnten, direct nach Art der §§. 3, 4, 5 nachweisen. Es sind also die Variationen von D und μ zu vergleichen. Bedenkt man die Schwierigkeit solcher Messungen, so ist es wohl erklärlich, dafs nur *eine* optische Beobachtung dieser Art von Rudberg vorhanden

ist, welche aber in Verbindung mit den Dilatationsversuchen von Mitscherlich und Pfaff hinreichend genügt. Rudberg [1]) hat die Brechungsexponenten $\mu_{\beta\lambda}$ für Bergkrystall, Kalkspath, Arragonit bestimmt, ohne auf die Dispersion Rücksicht zu nehmen, welches Verfahren in der Berechnung nicht befolgt werden kann.

Vor Allem sind die Beobachtungen am *Kalkspath* wichtig. Die Bestimmungen von Mitscherlich und Pfaff zeigen nämlich an, dafs das Rhomboëder in der Richtung der Hauptaxe sich ausdehnt, hingegen parallel den Seitenaxen sich contrahirt, also einen Ausnahmsfall der *Contraction* bei der *Erwärmung* darstellt. Ebenso ausnahmsweise gestaltet sich auch der Brechungsexponent parallel der Dilatation *gröfser;* so dafs beim Kalkspath der unerklärliche Fall stattfindet, dafs trotz der Volumsdilatation eine Vergröfserung der mittleren Brechbarkeit eintritt. Würden die Beobachtungen Pfaff's

ihnen auch die Winkelveränderungen gemessen wurden; auch sind hier die Dichtigkeitsbestimmungen genauer, da Mitscherlich die krystallographischen, Pfaff die axialen, Kopp die volumetrischen bestimmte, und schliefslich Grailich und Lang die optischen und krystallographischen Aenderungen in einen Connex zu bringen versuchten; für Quarz hingegen liegen blofs Beobachtungen von Pfaff über die Ausdehnung vor.

I. *Bergkrystall.* Pfaff giebt als lineare Ausdehnung zwischen 0° bis 100° C. in der Richtung der Hauptaxe $c = 0{,}0008073$; in der der Nebenaxe $a = 0{,}0015147$; für die kubische 0,003840 an. Rudberg's Messungen ohne Rücksichtnahme auf die Dispersion sind bei:

16° C. $\omega_r = 1{,}54965$ $\varepsilon_r = 1{,}55894$
80° C. $\omega_r = 1{,}54944$ $\varepsilon_r = 1{,}55868$.

Aus diesen Daten sind zuerst die Aenderungen der Dichte, dann aus N_{16} zu berechnen B_{80}, woraus A_{80} und M_{80} folgt. Unter Voraussetzung von $D = 2{,}65$ ergiebt sich:

	16°			80°	
	ω	ε		ω	ε
A	1,53227	1,54099	$NR10^7$	0,02077	
B	0,00863	0,00891	$D_{\omega\varepsilon}$	2,639	2,677
$NR10^7$	0,02077		B	0,00861	0,00890
$D_{\omega\varepsilon}$	2,642	2,678	A	1,53209	1,54075
M	0,0006613	0,0006636	M	0,0006616	0,0006637

II. *Arragonit.* Aus Mitscherlich's [1]) Beobachtung der krystallographischen Constanten ergab sich bei:

	17,5° C.		142,5° C.	
$(101)(\bar{1}01) = 116°$	11′ 46½″		116°	15′ 28½″
$(110)(\bar{1}10) = 108$	26 0		108	20 30

also bei:

17° $a_1 : b_1 : c_1 = 1 : 0{,}720781 : 0{,}622490$
142° $a_3 : b_3 : c_3 = 1 : 0{,}721997 : 0{,}621745$

daher wie schon Lang [2]) angiebt:

1) Mitscherlich, Pogg. Ann. X. 137.
2) Lang, Wien. Sitzungsberichte XXXIII. 586.

$$\frac{b}{a} = 0{,}720610\,(1 + 0{,}0000135\,t)$$

$$\frac{c}{a} = 0{,}622627\,(1 - 0{,}0000125\,t)$$

woraus für 80° folgt:

$$a_2 : b_2 : c_2 = 1 : 0{,}721403 : 0{,}621992.$$

Pfaff hat die cubische Ausdehnung gefunden zwischen 0° oder 100° C. = 0,005802, die lineare nach obigem Axenverhältnifs für:

$$a = 0{,}0015903$$
$$b = 0{,}0031358$$
$$c = 0{,}0010781.$$

Berechnet man aus diesen Angaben die relativen Aenderungen der Krystallaxen, so erhält man für 80°:

$$a'_2 : b'_2 : c'_2 = 1{,}000954 : 0{,}722098 : 0{,}622878$$
$$= 1 : 0{,}72141 : 0{,}622285.$$

Schliefslich hat Lang die Winkelmessungen Rudberg's benutzt um die Axenänderungen zu rechnen. Mann kann daher folgende drei Angaben vergleichen:

	c	b	a
16°	1,69058	1,53478	1,69510
80°	1,68976	1,53416	1,69421

Berechnet man hieraus Dispersion, axiale Dichte und hieraus B_{80}, A_{80}, M_{80}, so erhält man folgende Zusammenstellung:

I. 16°.

	α	β	γ
A	1,66586	1,66192	1,52011
B_λ^2	0,01475	0,01439	0,00738
BR	—	0,01161	—
D	—	2,94	—
$D_{\alpha\beta\gamma}$	3,3133	3,2726	2,3436
$NR\,10^7$	—	0,02247	—
$M_{\alpha\beta\gamma}$	0,0006928	0,0006963	0,0007232

II. 80°.

$NR\,10^7$		0,02247	
$D_{\alpha\beta\gamma}$	3,3101	3,2705	2,3398
B	0,01472	0,01437	0,00735
A	1,66498	1,66119	1,51954
M	0,0006923	0,006958	0,0007236

Man sieht aus diesen angegebenen Berechnungen, dafs bei der Constanz von M_α, M_β, M_γ für das Temperaturintervall von 60° auch die Abhängigkeit sowohl von A als von B von der Körperdichte vorhanden seyn mufs, und kann daher (ganz abgesehen von dem Ausnahmsfall des Kalkspathes) als ziemlich sicher annehmen, dafs die Relationen des §. 2 auch hier die richtigen seyen; ob sie noch einige Ergänzungsglieder bedürfen, werden die spätern Untersuchungen lehren.

Nach diesen allgemeinen Ableitungen werden wir jetzt versuchen, den indirecten Beweis der Richtigkeit der Formeln (VI), (VII) mittelst der am Eingang des Paragraphen erörterten Grundsätze zu liefern. Es sind hiezu die am genauesten bestimmten Brechungsexponenten nöthig, da bei jedem Stoff aus MR oder NR die Exponenten (gr. B, gr. μ_λ) zurückzurechnen sind, um sowohl die Maximalfehler als auch den Sinn der Abweichung zu bestimmen, da letzterer die

Andeutungen zu geben vermag, welche Gröfse vielleicht noch von Einfluſs sey.

I. Bergkrystall.

	ω		ε
μ_B	1,54090		1,54990
A	1,53227		1,54099
D		2,65	
MR		0,0006622	
$D_{\omega,\varepsilon}$	2,633		2,685
$\lambda_B^{-2} B$	0,00863		0,00891
gr. B	0,00861		0,00895
$\lambda_B^2 N 10^7$	0,02082		0,02067
gr. μ_B	1,54086		1,54994

II. Kalkspath.

μ_B	1,65308		1,48391
A	1,63797		1,47696
D		2,73	
MR		0,0007125	
$D_{\omega,\varepsilon}$	3,054		2,144
$B\lambda_Q^{-2}$	0,01511		0,00695
$N\lambda_Q^2 10^7$	0,02708		0,02528
gr. $B\lambda_Q^{-2}$	0,01476		0,00728
gr. μ_B	1,65273		1,48424

III. Topas.

	α	β	γ
μ_B	1,61791	1,61049	1,60840
A	1,60933	1,60201	1,59991
MR		0,0005775	
D		3,52	
$D_{\alpha\beta\gamma}$	3,560	3,508	3,493
$B\lambda_Q^{-2}$	0,00858	0,00848	0,00849
$N\lambda_Q^2 10^7$	0,0113	0,0115	0,0116
gr. $B\lambda_Q^{-2}$	0,0871	0,00845	0,00838
gr. μ_B	0,61804	1,61046	1,60829

IV. Schwerspath.

	α	β	γ
μ_a	1,64415	1,63370	1,63258
A	1,63342	1,62337	1,62236
MR		0,0004835	
D		4,4	
$D_{\alpha\beta\gamma}$	4,462	4,374	4,365
$B\lambda_\varrho^{-2}$	0,01073	0,01033	0,01022
$N\lambda_\varrho^2 10^7$	0,00901	0,00903	0,00897
gr. $B\lambda_\varrho^{-2}$	0,01072	0,01030	0,01026
gr. μ_a	1,64414	1,63367	1,63262

V. Arragonit.

μ_a	1,68061	1,67631	1,52749
A	1,66586	1,66192	1,52011
D		2,94	
MR		0,0007067	
$D_{\alpha\beta\gamma}$	3,248	3,224	2,398
$B\lambda_\varrho^{-2}$	0,01475	0,01439	0,00738
$N\lambda_\varrho^2 10^7$	0,02338	0,02315	0,02145
gr. $B\lambda_\varrho^{-2}$	0,01417	0,01397	0,00773
gr. μ_a	1,68003	1,67589	1,52784

Aus diesen angeführten Beispielen zeigt sich, dafs die Formeln (VI) (VII) nahezu genüge leisten. Man könnte hiefür an diesem Platze noch mehrere solche Berechnungen anführen und diese auf alle bisher beobachteten Exponenten ausdehnen; allein diefs schien nicht nöthig zu seyn, da einerseits die fünf angeführten Substanzen die einzigen mit Hülfe der Fraunhofer'schen Linien bestimmten sind, anderseits man schon aus diesen (und wie mich die Berechnung vieler anderer lehrte, auch bei anderen Substanzen) erkennen kann, dafs *keine gesetzmäfsige Abweichung* vorhanden ist.

Nachdem ersichtlich, dafs mit dem vorhandenen Material die gegebene Theorie weder genauer und direct zu beweisen, noch anderseits zu vervollkommnen möglich ist, kann man den Nachweis der für die krystallisirten Körper gel-

tenden Hauptgrundsätze für geschlossen halten, obgleich diese Frage noch fortwährendes Detailstudium erfordert wird. So ist hauptsächlich die Frage über das Verhalten der monoklinischen Krystalle noch nicht erörtert; es liegen keine Dispersionsbeobachtungen vor, daher diese schwierige und wichtige Partie vernachlässigt werden mufste, welche besonders wegen der schiefwinklichen Elasticitätsaxen und ihrer Abhängigkeit von λ^2 vielleicht einiges Licht über manche Punkte der Theorie verbreitet hätte und deshalb dringend zu Beobachtungen auffordert.

§. 10. Aus den Formeln über die Constanz des Brechungs- und Dispersionsgesetzes, welche durch §. 9 die allgemeine Gültigkeit für jeden Stoff erlangt hat, ergeben sich für die krystallisirten Körper noch einige Consequenzen.

Vor Allem wird es künftig möglich seyn, wenn als Elemente der Beobachtung D, M, N gegeben sind, die Brechungsexponenten zu berechnen; für jetzt hingegen, wo diese noch fehlen, kann man mittelst (VI) und (VII) über die Richtigkeit der gemessenen Exponenten ein Urtheil fällen und durch gesonderte Correction von M und N (§. 9) der Wahrheit sich zu nähern trachten.

Eine andere nicht zu unterschätzende Consequenz ist:

Sätze befinden sich nun in schönster Uebereinstimmung mit der Vibrationstheorie, welche letztere ebenfalls die nahezu unendliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Wellen erfordert.

Ein anderer wichtiger Punkt ist der, dafs durch Einbeziehung der Krystalle *allgemein* bewiesen ward, dafs alle optischen Variationen von der Dichte abhängig sind und hiedurch sich auf die Functionen M und N zurückführen lassen, welche letztere, da alle anderen Einflüsse ausgeschlossen wurden, Functionen der chemischen Verbindungen sind. Mithin ist gezeigt, dafs die optischen Eigenschaften, da sie Relationen gehorchen, welche nur dem Stoffe angehören, auch Functionen der Eigenschaften der Grundstoffe seyn müssen.

Diese Function zu bestimmen, mufs eine der nächsten Aufgaben seyn, doch auch dieses Problem ist nicht direct möglich zu bewältigen, sondern man wird vorerst nur versuchen können, die Eigenschaften der zusammengesetzteren Verbindungen als Functionen von einfacheren darzustellen, um auf dem Wege der allmählichen Zerlegung in Factoren der Lösung obiger Frage näher zu kommen. Ein Mittel, zur Kenntnifs einiger hiezu dienender Kriterien zu gelangen, ist die Betrachtung und Berechnung der bei Mischungen obwaltenden Verhältnisse.

IV. Theorie der Mischungen.

§. 11. Wenn wir in diesem Paragraphen die Berechnung der Verhältnisse versuchen, welche bei den Mischungen auftreten, so verfolgen wir hiemit eine doppelte Aufgabe; wir wollen nicht blofs die Aenderungen der molecularen Constanten beim Aufbau der Verbindungen kennen lernen, sondern auch den letzten Theil der im Titel der Abhandlung enthaltenen Aufgabe lösen, nämlich die Abhängigkeit der optischen Verhältnisse von der bei Mischungen eintretenden Contraction genauer untersuchen.

Denn bei Mengungen von Flüssigkeiten tritt der interessante Fall ein, dafs das Volum des Gemenges nicht gleich

ist der Summe der Volumina der Bestandtheile, mithin ei
Contraction stattfindet. Oefters tritt auch der Maxim
punkt der Brechungsexponenten bei mittleren Concentr
tionsgraden ein. Da diefs das Thema des Aufsatzes a
das innigste berührt, so ist ein Uebergehen desselben u
möglich. Bedeutend wichtiger ist noch der zweite Punk
über die Zusammensetzung der Molecularconstanten auc
nur einige Aufschlüsse zu erhalten, indem für die weiter
Verfolgung der Theorie die bei Gemengen herrschenden Ge
setze von der gröfsten Wichtigkeit sind.

Es waren daher die Mischungen schon Gegenstand meh
rerer grofsen Untersuchungen, welche wohl im §. 1 berühr
wurden, doch deren leitende Ideen hier noch näher z
besprechen sind.

Die ersten Beobachtungen von Gemengen wurden vo
Biot und Arago an Gasen gemacht und führten zu de
Formel

[redacted]

Unter Contraction verstand man nach Rudberg die Procente, um welche sich das Volumen verkleinert, und Rudberg machte sie abhängig von dem Procentualgehalt der Mischung an Wasser, unter der Form

$$K = A + Bp + Cp^2 + Dp^3.$$

Diese Idee der Contraction ward durch Grailich geändert, indem beide Volume der Mischung berücksichtigt wurden

$$k = v_1 v_2 (\alpha v_1 + \beta v_2 + \gamma v_1^2 \ldots),$$

wo nun der eingeklammerte Ausdruck $= \delta$ der Contractionscoëfficient genannt wurde. Daher dann

$$D = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2}{V} = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}.$$

In ähnlicher Weise wie das Volum ward die Zeit, in welcher das Licht die Mischung bei gleichem Querschnitt durcheilt, entwickelt, woraus für die Geschwindigkeit folgt.

$$C = \frac{V}{T} = \frac{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}{t_1 + t_2 + \tau t_1 t_2},$$

woraus man nach Einführung der Brechungsexponenten statt der Geschwindigkeit, unter Berücksichtigung, dafs $\frac{\tau}{c} = \Theta$

$$N = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + \Theta n_1 n_2 v_1 v_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

erhält. Zwischen δ und Θ wurde nun die stattfindende Relation gesucht, doch in den Fortsetzungen der Arbeit die eigentlichen Grundgedanken 1) die Unabhängigkeit Θ von der Farbe, 2) ein bestimmtes Verhältnifs zwischen δ und Θ, 3) die Form der Coëfficienten zurückgenommen; und von A. Weifs und E. Weifs die Form der Coëfficienten gewechselt, so dafs nun wurde

$$V = \lambda (v_1 + v_2)$$
$$VN = \mu (v_1 n_1 + v_2 n_2).$$

Während hier von der Biot-Arago'schen Formel abgegangen ward, wurde sie dennoch ohne über die Richtigkeit derselben ein Urtheil zu fällen, bei einigen Berechnungen von Mischungen angewendet; so namentlich von Ber-

thelot für die Alkohole und von Forthomme, um aus de[illegible] Procenten der Salzlösung die Exponenten der Salze zu b[illegible] rechnen; auf Dispersion ward von keinem der beiden Rüc[illegible] sicht genommen. In neuester Zeit erschien auch eine U[illegible] tersuchung von Hoek, welche die Berechnung der Br[illegible] chungsexponenten in Mischungen zum Gegenstande hat. Seine Ansicht ist die Summirung des in einem Volum vorhandenen Aethers unter der Hypothese: *die Dichtigkeit des Aethers im Stoffe ist* $n^2 - 1$, *wenn die im Raume* 1 *ist.* Indem sich Hoek auf den Biot-Arago'schen Standpunkt stellt, nimmt er im Gegensatze zu meiner Theorie keine Rücksicht auf die Dispersion. Ich will hiedurch Hoek nicht angreifen, allein ich mufs zur Wahrung meiner Ansichten sagen, dafs eben, wenn auch unsere Formeln ähnlich gebaut sind, zwischen ihnen dennoch *mehr* als genetische Unterschiede stattfinden.

§. 12. Betrachten wir die bei Mischungen eintretenden Verhältnisse, so scheinen diese schon den zu betretenden Weg der Untersuchung anzudeuten. In den früheren Paragraphen ward gezeigt, dafs jeder Stoff bei beliebiger Molecularanordnung ein constantes Refractionsvermögen besitzt.

(VIII) $MP = m_1 p_1 + m_2 p_2$
(IX) $NP = n_1 p_1 + n_2 p_2$.

diesen Bemerkungen gehen wir zur Beweisfüh-
die Richtigkeit der Sätze (VIII) und (IX) über,
n zugleich zu ermitteln, dafs weder M noch N
men abhängig ist und in keinem Zusammenhange
Contractionscoëfficienten steht. Hiezu ist noch
mmenstellung der angewendeten Formeln nöthig.
ichten der Mischungen berechnen sich nach der

$$Dr = \frac{d_1 v_1 + d_2 v_2}{v_1 + v_2}$$

beobachteten Dichten

$$D = \lambda . Dr$$

bei ich λ den Contractionscoëfficienten nenne,
t das berechnete (Mr) Refractionsvermögen

$$Mr = \frac{m_1 p_1 + m_2 p_2}{p_1 + p_2},$$

ir das beobachtete

$$M = \mu . Mr$$

Anwendung desselben Grundsatzes ist

$$N = \nu . Nr.$$

d ν eigene Namen aufzustellen, ist nicht nöthig;
Fälle, wo des Vergleiches halber das Volum be-
gt ward, ist in obigen Formeln V statt P, und bei
der resultirenden μ_r, ν_r statt μ, ν, zu setzen.
merken ist ferner, dafs ich zur bequemeren Ver-
die Coëfficienten λ, μ, ν, immer > 1 angebe,
ur Verwandlung der kleineren Zahl in die grö-
enutzen, und dafs in Folge dessen die Vorzei-
elben für

Rechn. $>$ Beob. $-$
Rechn. $<$ Beob. $+$

wir nun zu den der Berechnungen vorliegenden
n über, so sind diefs die Beobachtungen von

Deville an Alkohol und Holzgeist, von Handl und A. Weifs an Schwefelsäure und Salpetersäure, von A. Weifs und E. Weifs an Salzsäure und Salmiaklösung. Die Deville'schen Beobachtungen beziehen sich auf Gelb und es lassen sich daher an ihnen die Dispersionsverhältnisse nicht berücksichtigen, was hingegen bei den übrigen vier Stoffen möglich ist; denn obgleich letztere mit Benutzung der Brewster'schen Linien gemessen wurden, so läfst sich doch aus den Beobachtungen an Wasser ein Schlufs auf die Wellenlängen ziehen. So ist nun für diese vier Stoffe

$$A = 4n_{\mathfrak{B}} - 3n_{\mathfrak{F}}$$

hingegen

$$\frac{B}{\lambda^2{}_{\gamma\lambda}} = n_{\mathfrak{G}} - A,$$

woraus sich nun

$$\frac{B}{\lambda^2{}_{B}},$$

welches ich hier wie bei den früheren Messungen benutzte, ableiten läfst: welche Umstellung auch immer so durchgeführt ward, dafs der analoge Coëfficient für Wasser den wirklichen Werth $N = 0{,}1220$ ergab; einen Werth, welcher wegen der etwas verschiedenen Lage von $\lambda_{\mathfrak{G}}$ und $\lambda_{\gamma\lambda}$ nicht immer ohne Correctionen zu erreichen ist, während hingegen M gut und mit den genauesten Beobachtungen

Tabelle I. Alkohol.

	P	*V*	*n*	*D*	*Dr*	*λ*	*M*	*Mr*	*μ*
10	1,0	1,0	1,3633	0,796	—	—	0,0013949	—	
9	0,9	0,9	1,3653	0,829	0,8164	1,0155	13478	0,0013563	— 1,0063
8	0,8	0,83	1,3662	0,856	0,8317	1,0292	13090	13176	— 1,0065
7	0,7	0,75	1,3651	0,880	0,8470	1,0390	12690	12789	— 1,0078
6	0,6	0,65	1,3633	0,902	0,8674	1,0398	12310	12402	— 1,0075
5	0,5	0,55	1,3621	0,9275	0,8878	1,0447	11925	12015	— 1,0075
4	0,4	0,45	—		0,9082			11628	
3	0,3	0,35	1,3544	0.960	0,9286	1,0338	11240	11241	— 1,0001
2	0,2	0,25	1,3471	0,972	0,9490	1,0242	10864	10854	+ 1,0079
1	0,1	0,15	1,3407	0,984	0,9694	1,0151	10480	10467	+ 1,0013
0	0,0	0,0	1,3339	1,000	—	—	0,0010077		

Tabelle II. Holzgeist.

10	1,0	1,0		0,8070	—	—	0,0012569	—	—
9	0,9	0,9	1,3358	0,8371	0,8263	1,0131	12311	0,0012321	— 1,0008
8	0,8	0,83	1,3405	0,8619	0,8412	1,0246	12054	12072	— 1,0013
7	0,7	0,75	1,3429	0,8873	0,8562	1,0363	11799	11823	— 1,0020
6	0,6	0,65	1,3452	0,9072	0,8745	1,0374	11578	11574	+ 1,0004
5	0,5	0,55	1,3462	0,9232	0,8938	1,0329	11378	11325	1,0047
4	0,4	0,45	1,3462	0,9429	0,9131	1,0326	11103	11076	1,0025
3	0,3	0,35	1,3452	0,9576	0,9324	1,0270	10846	10827	1,0017
2	0,2	0,25	1,3428	0,9709	0,9517	1,0202	10647	10578	1,0066
1	0,1	0,15	1,3394	0,9751 (?)	0,9711	1,0041	10480	10330	1,0145
0	0,0	0,0	1,3380	1,0000	—	—	0,0010077	—	—
			1,3339						

efelsäure.

	D	Dr	λ	M	Mr	μ
–	1,851	—	—	0,0007107	—	—
527	1,821	1,7659	1,0312	7308	0,0007255	1,0072
154	1,765	1,6808	1,0501	7537	7416	1,0163
806	1,687	1,5957	1,0572	7768	7603	1,0217
415	1,617	1,5106	1,0705	7893	7799	1,0120
157	1,525	1,4255	1,0689	8079	8024	1,0069
269	1,428	1,3404	1,0698	8358	8277	1,0098
135	1,321	1,2553	1,0523	8609	8564	1,0082
759	1,218	1,1702	1,0408	8983	8894	1,0101
000	1,108	1,0851	1,0211	9374	9374	1,0108
–	1,000	—	—	0,0009720	—	—

tersäure.

–	1,399	—	—	0,0008604	—	—
446	1,374	1,3591	1,0110	8747	0,0008685	+1,0071
422	1,344	1,3192	1,0188	8774	8773	1,0001
487	1,314	1,2793	1,0271	8998	8866	1,0037
227	1,274	1,2394	1,0279	9091	8964	1,0141
489	1,238	1,1995	1,0321	9194	9069	1,0138
652	1,194	1,1596	1,0296	9289	9181	1,0117
785	1,146	1,1197	1,0235	9388	9302	1,0093
965	1,096	1,0798	1,0150	9499	9431	1,0072
719	1,046	1,0399	1,0090	9651	9570	1,0085
–	1,000	—	—	0,0009720	—	—

Tabelle V. Salzsäure.

	P	V	n_ϱ	A	$B\lambda_\varrho^{-2}$	$N\lambda_\varrho^2 10^7$	D	Dr	λ	M	Mr	μ
10	1,000	1,0	1,4162	1,4017	0,01048	0,1253	1,1825	—	—	0,0010550	—	—
9	0,9141	0,9	1,4086	1,3948	0,00997	0,1228	1,1653	1,1642	1,0009	10492	0,0010479	+1,0013
8	0,8255	0,8	1,4009	1,3874	0,00975	0,1238	1,1480	1,1460	1,0017	10400	10406	—1,0006
7	0,7340	0,7	1,3939	1,3809	0,00940	0,1227	1,1314	1,1278	1,0032	10365	10330	+1,0035
6	0,6395	0,6	1,3857	1,3731	0,00911	0,1228	1,1135	1,1095	1,0036	10283	10251	+1,0031
5	0,5419	0,5	1,3774	1,3651	0,00889	0,1239	1,0954	1,0913	1,0038	10194	10170	+1,0024
4	0,4408	0,4	1,3695	1,3575	0,00867	0,1249	1,0774	1,0730	1,0041	10063	10086	—1,0023
3	0,3364	0,3	1,3610	1,3489	0,00875	0,1303	1,0595	1,0518	1,0074	09998	09999	—1,0002
2	0,2282	0,2	1,3519	1,3406	0,00816	0,1260	1,0406	1,0335	1,0069	09907	09909	—1,0002
1	0,1161	0,1	1,3430	1,3319	0,00802	0,1287	1,0210	1,0153	1,0057	09803	09816	—1,0014
0	0,0000	0,0				0,1220	1,000	—	—	0,0009720	—	—

Tabelle VI. Salmiaklösung.

10	1,0	1,0	1,3827	1,3710	0,00845	0,1232	1,0710	—	—	0,0010621	—	—
9	0,9	0,9	1,3782	1,3675	773	0,1134	1,0676	1,0639	1,0034	10539	0,0010526	+1,0012
8	0,8	0,8	1,3748	1,3636	810	0,1196	1,0641	1,0568	1,0069	10445	10432	+1,0012
7	0,7	0,7	1,3673	1,3560	816	0,1228	1,0540	1,0497	1,0041	10291	10338	—1,0046
6	0,6	0,6	1,3634	1,3517	846	0,1290	1,0470	1,0426	1,0042	10216	10244	—1,0027
5	0,5	0,5	1,3586	1,3481	759	0,1170	1,0414	1,0355	1,0057	10150	10150	1,0000
4	0,4	0,4	1,3543	1,3442	730	0,1141	1,0340	1,0284	1,0054	10091	10056	+1,0035
2	0,3	0,3	1,3492	1,3386	831	0,1318	1,0271	1,0213	1,0057	09970	09962	+1,0008
2	0,2	0,2	1,3442	1,3338	744	0,1197	1,0200	1,0142	1,0057	09877	09868	+1,0009
1	0,1	0,1	1,3399	1,3308	723	0,1185	1,0093	1,0071	1,0027	09874	09774	+1,0098
0	0,0	0,0	—			0,1220	1,0000	—	—	0,0009680	—	—

Aus diesen Tabellen erhellt zur Genüge, dafs die Gesetze (VIII) und (IX) mit der Beobachtung übereinstimmen; die Abweichungen lassen sich durch die möglichen Fehler vollkommen erklären. Bedenkt man nämlich, dafs bei den sechs letzten Stoffen der Fehler in $D = 0{,}001$, im Volum aber $\frac{1}{300}$ als möglich angegeben wird, so sind die durch Umrechnung in P entsprechenden Fehler noch bedeutender und erklären die Abweichungen von M und N hinreichend; für die Dispersion tritt noch der störende Umstand hinzu, dafs sie aus einem Spectrum von sehr geringer Ausdehnung abgeleitet werden mufste. Würde man sich Tafeln für die möglichen Fehler construiren, so könnte man sich von der Richtigkeit des Gesagten sehr leicht überzeugen.

Ferner mufs ich noch erwähnen, dafs bei Salzsäure und Salmiak Nr nicht berechnet ward, da das Dispersionsvermögen dieser Stoffe mit dem des Wassers identisch ist; es sollten daher die N *aller* 10 Concentrationen *gleich* seyn; die Abweichungen, welche nun die Beobachtungen hievon zeigen, lehren, welche Fehler in der berechneten Dispersion B wegen der Kürze des Spectrums, trotz der genauen Messungen, liegen können.

Diese Bemerkungen können einstweilen zur Beurtheilung der Genauigkeit vorstehender Tafeln dienen.

Geht man zur Ermittlung der Verhältnisse über, welche eintreten, wenn in den Formeln (VIII) und (IX) V substituirt wird für P, d. i. ob M und N der Mischungen von den Volumsprocenten der gemischten Stoffe abhängig ist, so sind Alkohol und Schwefelsäure wegen des grofsen Unterschiedes zwischen Volumen und Gewicht tauglich, die zur Lösung dieser Frage nöthigen Tafeln zu liefern.

Es sind daher in nachstehenden drei Tabellen die beobachteten M und N, mit dem aus dem Volum berechneten Mvr, Nvr, μv, νv, und mit dem aus dem Gewichte folgenden Mpr, Npr, μp, νp zusammengestellt.

Tabelle VII. Alkohol.

	M	Mvr	Mpr	μv	μp
10	0,0013949	—	—	—	—
9	13478	0,0013563	0,0013563	— 1,0065	— 1,0063
8	13090	13272	13176	— 1,0139	— 1,0065
7	12690	12982	12789	— 1,0231	— 1,0078
6	12310	12595	12402	— 1,0230	— 1,0075
5	11925	12208	12015	— 1,0237	— 1,0075
3	11240	11430	11241	— 1,0169	— 1,0001
2	10864	11047	10854	— 1,0192	+ 1,0079
1	10480	10660	10467	— 1,0172	+ 1,0013

Tabelle VIII. Schwefelsäure.

	M	Mvr	Mpr	μv	μp
10	0,0007107	—	—	—	—
9	7308	0,0007360	0,0007255	— 1,0072	+ 1,0072
8	7537	7628	7416	— 1,0110	+ 1,0163
7	7768	7881	7603	— 1,0145	+ 1,0217
6	7893	8143	7799	— 1,0313	+ 1,0120
5	8079	8402	8024	— 1,0398	+ 1,0069
4	8358	8661	8277	— 1,0362	+ 1,0098
3	8609	8923	8564	— 1,0362	+ 1,0052
2	8983	9180	8894	— 1,0219	+ 1,0101
1	9374	9440	9274	— 1,0071	+ 1,0108

Tabelle IX. Schwefelsäure.

	N	Nvr	Npr	Vv	vp
10	0,03462	—	—	—	—
9	4166	0,04336	0,03958	— 1,0407	+ 1,0527
8	4430	5210	4503	— 1,1748	— 1,0154
7	4330	6083	5118	— 1,1159	— 1,1806
6	6594	6957	5777	— 1,0550	+ 1,1415
5	6426	7731	6527	— 1,2030	— 1,0157
4	6549	8704	7379	— 1,3292	— 1,1267
3	8437	9586	8334	— 1,1362	— 1,0135
2	8771	10452	9436	— 1,1918	— 1,0759
1	8925	11326	10710	— 1,2684	— 1,2000

Nimmt man ferner aus diesen numerischen Werthen der Coëfficienten μ und ν ohne Rücksicht auf die Vorzeichen das Mittel, so folgt für

Alkohol	$\mu_0 = 1{,}0179$	$\mu.p = 1{,}0056$
Schwefelsäure	$\mu_0 = 1{,}0228$	$\mu.p = 1{,}0111$
Schwefelsäure	$\nu_0 = 1{,}1683$	$\nu.p = 1{,}0915.$

Nach diesen Berechnungen kann man zur Betrachtung der aus diesen Zahlenreihen sich ergebenden Sätze übergehen. Es sind diefs folgende:

1. Die numerischen Werthe der Coëfficienten μ und ν sind bei Annahme einer Abhängigkeit der Mischung von den Gewichtsprocenten kleiner als für die von den Volumsprocenten.

2. Die Coëfficienten μ und ν wechseln das Zeichen, daher ein bestimmter Einfluſs auf die Abweichung der Rechnung von der Beobachtung nicht stattfinden kann.

3. Es zeigt sich keine Uebereinstimmung im Gange der Werthe von λ, μ, ν, sondern während λ gesetzmäſsig verlauft, ändern sich μ und ν sprungsweise.

4. Die Beobachtungsfehler sind von so bedeutendem Einfluſs, daſs sie die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung zu erklären vermögen.

§. 13. Aus diesen obigen Sätzen lassen sich folgende

keit durchgeführt würden, für die Verification sowohl als auch für die Erweiterung der obigen Gesetze von grofser Wichtigkeit seyn.

Nachdem wir aber in dem jetzigen die Gesetze für M und N als richtig erkannt haben, kann es erlaubt seyn die Hoek'sche Ansicht mit einigen Worten zu erwähnen. Verläfst man nämlich seine Hypothesen über den Aether, als für die Rechnung *unwesentlich*, so reducirt sich seine Rechnungsformel auf das Biot-Arago'sche Gesetz

$$\frac{N^2-1}{D}P=\frac{n^2-1}{d}p+\frac{n_1{}^2-1}{d_1}p_1 \qquad (x)$$

wo N, n, n_1, die Brechungsexponenten bedeuten. Will man diese Formel mit den aus *meinen* Untersuchungen folgenden vergleichen, so erhält man für *letztere* vor allem den Werth

$$\frac{(A^2-1)D+B}{D^2}P=\frac{(a^2-1)d+b}{d^2}p+\frac{(a_1{}^2-1)d_1+b_1}{d_1{}^2} \qquad (y).$$

Hieraus wird man schon den grofsen Unterschied, welcher zwischen den beiden Theorien herrscht, zu erkennen vermögen, indem die Formel (y) zeigt, dafs die Brechungsexponenten der Mischungen nicht so unabhängig von der Dichte sind, wie sie das Biot-Arago'sche Gesetz hinstellt. Letzteres kann, wegen der Vernachlässigung der Dispersion, welche doch nach den Untersuchungen des §. 2 von gröfster Wichtigkeit ist, nur genäherte Resultate liefern.

Soweit hat uns die Betrachtung der bei den Mischungen obwaltenden Verhältnisse geführt; es erübrigt jetzt noch die Anwendung auf *krystallisirte Mischungen*. Ohne letztere gleich Frankenheim nur als eine allmähliche Aufeinanderlagerung der Stoffe anzusehen, ist es jedoch ohne Zweifel, dafs wir keine eigentlichen chemischen Verbindungen vor uns haben, sondern dafs die Individualität jeder der Gemengtheile in seiner Wesenheit erhalten bleibt. An solchen krystallisirten Mischungen hat Sénarmont die Entdeckung gemacht von der Möglichkeit, durch Mengung heterogener Stoffe eine Neutralisirung ihrer Eigen-

schaften (aus zweiaxigen einaxige) zu bewirken. Unglücklicherweise liegen *keine* Analysen solcher Mengungen vor.

Doch gleich wie die Theorie der isophanen Körper nach dem §. 10 sich nur als specieller Fall der Krystalle zeigte, müssen auch hier die allgemeinen Sätze der Mischungen anwendbar und gültig seyn. Es mufs daher für diese krystallirten Mengungen das Gesetz angewendet werden, dafs sich die *Brechungsvermögen proportional den Procentgehalten ändern*; wohl wird hier wegen der Orientirung der Schwingungen die Vorsicht beachtet werden müssen, immer nur gleiche Richtungen in Betracht zu ziehen, allein das Gesetz (VIII), (IX) ist hier das *einzig gültige*. Hieraus folgt, dafs sich die *Brechungsexponenten* nicht direct ändern, und deshalb ist der von Ditscheiner[1]) an der Spitze seiner Theorie aufgestellte Satz: »Die Geschwindigkeit des Lichts in einem Gemische isomorpher Substanzen ist den Geschwin-

[redacted]

handlung erschöpft. Geleitet von dem Gedanken eines Connexes zwischen den verschiedenen Eigenschaften der Körperwelt, suchten wir einige Formeln zu gewinnen, welche selbst in ihrer weiteren Entwicklung einige Anhaltpunkte für ihre Bedeutung darbieten, und es wurde uns möglich zu constatiren, dafs die Fortpflanzung des Lichts eine Function der Körperdichte ist und mit ihr variirt. Hiemit sind wir den Beobachtungen näher getreten und erlangten durch sie das nöthige Material, diese Sätze, ohne weitere Hypothesen zur Hülfe zu ziehen, sowohl für isophane wie für krystallisirte Körper zu verificiren.

Ohne jedoch hieran specielle Theorien über die molecularen Vorgänge bei der Fortpflanzung zu knüpfen, legten wir das gröfste Gewicht auf die Thatsache, dafs die Körper, welche einerlei chemische Zusammensetzung, auch nur *eine* Einwirkung auf das Licht haben, und dafs daher selbst die Erscheinung der Doppelbrechung durch einen Wechsel der Dichte hervorgebracht ist. So vorgedrungen bis zur primären Einwirkung, welche aller äufseren Einflüsse entledigt ist, haben wir die optischen Eigenschaften in einer ihrer Formen auf die Abhängigkeit von der chemischen Formel zurückgeführt. Diese Abhängigkeit weiter bis zu den Grundstoffen zu verfolgen, wird der Gegenstand der nächsten Untersuchungen seyn.

Jetzt will ich noch die Grundsätze vereint darstellen, welche durch diese Abhandlung bewiesen wurden:

I. Der Brechungsexponent ist bei allen Untersuchungen nach Cauchy's Vorgange in den Refractions- und Dispersionscoëfficienten zu zerlegen und unter der Form

$$\mu = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

zu betrachten.

II. Die Aenderungen des Refractions- und Dispersionscoëfficienten sind abhängig von den Aenderungen der Körperdichte nach der Formel

$$AdA = MdD$$
$$dB = NDdD.$$

III. Die Aetherdichte kann der Körperdichte proportional gesetzt werden.

IV. Die Integration der Gleichungen (II) innerhalb der Gränzen 0 und ∞ für die Dichte liefert

$$\frac{A^2-1}{D}=M, \qquad \frac{B}{D^2}=N,$$

wo M das Refractions- und N das Dispersionsvermögen zu nennen ist.

V. M und N sind für jede chemische Verbindung constante Gröfsen, blofs abhängig von den Eigenschaften der Stoffe, aus welchen die Verbindung zusammengesetzt ist, und daher charakterisirende Merkmale der Materie.

VI. Jede chemische Verbindung besitzt in den verschiedenen Aggregatzuständen ein gleiches oder ein durch einfache Multipla darstellbares Refractionsvermögen.

VII. Die für das Refractionsvermögen geltenden Multiplicatoren aus der Reihe der natürlichen Zahlen sind durch die für das Vorkommen der Brechungsexponenten

zu berechnen und die Messungen von Brechungsexponenten zu controliren.

XII. Die optischen Eigenschaften von Mischungen ändern sich proportional den Eigenschaften der Bestandtheile und den Procenten der Massen, mit welchen letztere in die Mischung eingetreten sind, unter der Form

$$MP = m_1 p_1 + m_2 p_2 + \ldots$$
$$NP = n_1 p_1 + n_2 p_2 + \ldots$$

XIII. Die bei Mischungen eintretende Contraction hat keinen Einfluſs auf das Refractions- und Dispersionsvermögen.

Dieſs sind die Resultate der vorliegenden Arbeit; mögen spätere Untersuchungen auch manche Aenderungen meiner Sätze hervorbringen: die Grundzüge hoffe ich, werden als richtig erkannt werden.

Wien, im Dezember 1861.

II. *Untersuchungen über die Sinnesthätigkeiten der Netzhaut;*
von Hermann Aubert in Breslau.

(Fortsetzung von Bd. CXV S. 87.)

IV. Subjective Thätigkeit der Netzhaut.

Licht und Farbe bringen auf unserer Netzhaut Erregungen hervor, welche entweder von uns dazu benutzt werden, die Objecte der Aufsenwelt zu erkennen, oder nicht zu diesem Zwecke dienen: jene Thätigkeiten unserer Netzhaut, welche wir auf äufsere Objecte beziehen, bezeichnen wir als eigentliche Sinnesempfindungen; die übrigen Erregungen fassen wir unter der Benennung »subjective Thätigkeit« zusammen. Wir machen dabei stillschweigend die Annahme, dafs im ersteren Falle ein wirkliches Object un-

serer Empfindung entspricht; im zweiten Falle setzen wir kein Object als aufserhalb vorhanden voraus, sondern sehen die Erregung als wesentlich von dem Subject ausgehend, als in der Construction des Subjectes bedingt an. Die Unterscheidung ist künstlich und willkührlich, aber sie ist im Ganzen zweckmäfsig.

Für gewöhnlich entgeht uns die subjective Thätigkeit unserer Netzhaut und nur unter besonderen Umständen erscheint sie uns in der Form von Blendungsbildern oder Nachbildern, in der Form von allmählichem Abgeschwächtwerden eines lebhaften Eindruckes oder dem Verschwinden eines Objectes aus dem Gesichtsfelde.

Insofern unsere Retina ein lebendiges, in fortwährender Veränderung begriffenes Organ ist, mufs jeder Eindruck schon im ersten Momente seines Einwirkens die Erregbarkeit des Organes verändern: im zweiten Momente ist also der Zustand des percipirenden Organes ein anderer

A. Nachbilder bei verschwindend kurzer Dauer des objectiven Eindrucks.

Zuvörderst bemerke ich zur Vermeidung von Verwirrung, dafs man bei den Nachbildern zu unterscheiden hat:) nach der gröfseren oder geringeren Intensität des objectiven Eindrucks *Blendungsbilder* und *Nachbilder*; 2) nach er Relation zwischen dem objectiven Eindrucke und der bjectiven Erregung *a*) beim *Lichtsinne positive* und *negative* Nachbilder, insoweit nur die *Helligkeit*, abgesehen on der Farbe, in Betracht kommt; (Brücke: »ein *positives* Nachbild ist ein solches, in dem das hell ist, was im bjecte hell ist und das dunkel, was im Objecte dunkel t; negativ dagegen ist das Nachbild, bei welchem das hell t, was im Object dunkel ist, und umgekehrt.« Diese Annalen Bd. 84, S. 436). — *b*) beim *Farbensinne* gleichfarbige nd complementäre Nachbilder, in sofern es sich um Farben, abgesehen von Helligkeit, handelt.

Wir werden demnach *Blendungsbilder* bekommen, wenn ir einen starken elektrischen Funken im verdunkelten immer betrachten, *Nachbilder*, wenn wir die Objecte, welie durch den Funken beleuchtet werden, anschauen.

Die Versuche werden in einem stark verdunkelten Zimer angestellt, in welchem sich der Beobachter einige Zeit ufgehalten hat. Der elektrische Funken springt in einer estimmten Entfernung zwischen den beiden Messingkugeln iner Riefs'schen Flasche über; man mufs den Funken it dem Centrum der Netzhaut und mit möglichst auf ihn ccommodirtem Auge zu sehen suchen. Das Nähere über ie Anstellung der Versuche findet sich in Moleschott's Untersuchungen Bd. V, S. 281 angegeben.

1. *Beim directen Anschauen des elektrischen Funkens ntstehen zuerst positive, dann negative Blendungsbilder it Lichthöfen; sie klingen durch mehrere Farben ab und ösen sich endlich in dem Nebel des Lichthofes auf.*

Im *Finstern* erscheint der Funken als nahezu weifser 'leck oder Streifen, mit röthlichgelbem Lichthofe umgeben. Unmittelbar, nachdem der Funken übergesprungen ist, tritt

ein blauer heller Nebel von etwa Tellergröfse ohne centralen Kern hervor, welcher am Rande mit einem röthlichgelben Nebel umgeben ist. Dieser Nebel zieht sich nach der Mitte hin zusammen, indem der blaue Raum schnell vor ihm auf einen kleineren Kreis zurückweicht, zugleich wird das Blau intensiver und heller. Dieser Procefs verläuft sehr schnell, binnen höchstens einer halben Sekunde und es bleibt dann nur ein schmaler horizontaler Kernstreifen, wahrscheinlich dem intensivsten Theile des Funkens entsprechend, zurück. Er hat manchmal noch ganz kurze Zeit eine bläuliche Nüance, wird aber dann sogleich roth und ist von einem röthlich- oder grünlichgelbem Hofe umgeben. Dieser Hof bleibt meist bis zum Ende der ganzen Erscheinung. Der Kernstreifen wird demnächst gelb, dann weifs. In der gelben, mitunter auch erst in der weifsen Phase ist er von dem Hofe durch einen dunklen Ring getrennt. Das Nachbild hat also folgende Gestalt: mitten ein

Man sieht einen bläulich violetten Strich, welcher schmaler ist als der überspringende Funken, aber von sehr lebhafter Färbung und umgeben von einem kleinen elliptischen Hofe, welcher rein gelb und nicht scharf begränzt ist. Dieser gelbe Hof persistirt während der ganzen Erscheinung. Der centrale Streifen oder Kernstreifen geht aus dem bläulichen Violet in reines *Violet*, dann durch ein röthliches Violet allmählich in reines *Roth* über, welches in *Orange* und dann in *Gelb* sich abwandelt. Auch das Gelb verwandelt sich bald in einen *farblosen* Streifen; dieser wird dunkler — negative Phase — ohne im Anfange eine Farbennüance zu zeigen, bekommt dann einen grünlichen Teint und geht in ein schönes *Saftgrün* über; auch dieses verblafst wieder, vermischt sich allmählich mit dem gelben Hofe und vergeht mit diesem. Alle die beschriebenen Färbungen des Kernstreifens sind von der Schönheit und Lebhaftigkeit der Spectralfarben.

Wendet man dagegen im Halbdunkel die Augen auf *schwarzen Sammet*, so sieht man ein Nachbild von derselben *Bläue*, wie sie der Funken selbst im Halbdunkel hat, umgeben von einem gelben Hofe, der indefs etwas gröfser erscheint als der Hof auf dem weifsen Papier. Der Kernstreifen geht allmählich zu *Violet*, dann zu *Roth* über. Aus dem Roth geht er aber nicht in Orange und Gelb über, sondern verdunkelt sich — negative Phase — so dafs ein *schwarzer* Streifen im gelben Hofe erscheint. Allmählich wird der Streifen mit einem *grünen* Teint überzogen, die grüne Färbung wird lebhafter, fängt indefs bald an sich mit dem gelben Hof zu vermischen und der Hof verschwindet, wie ein nasser Fleck auf einem erwärmten Bleche.

2. Wird der elektrische Funken durch *farbige Gläser* betrachtet, so ist der Verlauf der ganzen Erscheinung ähnlich wie beim freien Anschauen des Funkens. Hat man durch ein rothes oder grünes Glas den Funken angesehen, so zeigen sich *positive complementäre* Nachbilder. Genauere Angaben siehe in Moleschott's Untersuchungen Bd. V, S. 295 bis 298.

3. Wenn man auf den elektrischen Funken *indirect* sieht, so dafs also sein Bild auf die *peripherischen Regionen* der Netzhaut fällt, so hat man deutliche *positive* Nachbilder; nur denen in der Nähe des Centrums folgt eine negative Phase. Je mehr man sich von dem Centrum entfernt, um so undeutlicher werden die Nachbilder in Form und Farbe, ohne an Glanz zu verlieren. Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: Das rechte Auge des Beobachters befand sich über dem Ausschnitte eines Schirmes *a* immer an derselben Stelle bei α; in gleicher Höhe mit dem Auge und ihm gegenüber in einer Entfernung von 2 Fufs befand sich ein kurz vorher mit den Fingern geriebenes Streichhölzchen *b*, welches genügend hell glänzte, um als Fixationspunkt zu dienen. Die Riefs'sche Flasche *F* konnte auf einem durch den Fixationspunkt gehenden Kreise, dessen Mittelpunkt das Auge des Beobachters war, so verschoben werden, dafs der Funken in 10°, 20°, 30° usw.

durch farbige Gläser indirect gesehen wurde. Der glänzende Kopf des Streichhölzchens, welcher fixirt wurde, war nach dem Uebersprungen des Funkens und während der ersten Sekunden des Nachbildes nicht zu sehen, eine Erscheinung, auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Im Allgemeinen sind die beim elektrischen Funken gewonnenen Blendungsbilder ebenso, wie die bei länger dauerndem Anschauen einer hellen Flamme oder der Sonne gewonnenen Blendungsbilder beschaffen und nur gradweise von denselben verschieden. Nur die peripherischen Theile der Netzhaut verhalten sich ungleich: während auf ihnen durch den elektrischen Funken Nachbilder erzeugt werden, entstehen beim längeren indirecten Anschauen der Sonne oder einer hellen Flamme keine Nachbilder, wenigstens nicht auf den über 20° vom Centrum entfernten Regionen. Wie die Perceptionsfähigkeit für objective Eindrücke in diesen Regionen geringer ist, wovon wir beim Licht- und Farbensinn Beispiele gehabt haben, so scheint auch die subjective Erregbarkeit daselbst geringer oder wenigstens leichter erschöpfbar zu seyn.

4. *Die Nachbilder von Objecten, welche durch den elektrischen Funken beleuchtet werden, sind immer nur positiv, indefs bald gleichfarbig, bald complementär. Letzteres hängt von der Farbe an sich, von dem umgebenden Grunde und vielleicht auch von der Gröfse der farbigen Fläche ab.*

Springt in einem Zimmer, welches so finster ist, dafs man von den umgebenden Objecten nichts sieht, ein kräftiger Funken an der Riefs'schen Flasche über, so erscheinen die Objecte sehr hell; aber gleich darauf tritt entweder tiefe Dunkelheit ein, aus der die Objecte ebenso, wie sie erschienen waren, nur lichtschwächer auftauchen, schnell an Helligkeit zunehmen und dann wieder verblassen und dunkler werden, bis sie verschwunden sind; oder nach dem Uebersprungen des Funkens erscheinen die Objecte sofort wieder, aber lichtschwächer, nehmen erst schnell an Helligkeit zu, und dann langsam wieder ab, bis sie verschwinden. Die Nachbilder sind also nur *positiv*.

Um dieselben genauer, namentlich auch in Bezug auf ihre Färbung, beobachten zu können, wendete ich folgende Vorrichtung an (s. Fig. 15 Taf. II). An dem verticalen Brette *A* befindet sich oben ein kleiner Ausschnitt *a*, welcher der Mittelpunkt eines an dem Brette gezogenen Halbkreises ist. Um diesen Halbkreis ist ein Pappstreifen *f* so befestigt, dafs er einen halben Cylindermantel bildet. Der intensive weifse Pappstreifen kann auch mit schwarzem Sammet bedeckt werden (ich werde ihn als weifsen und schwarzen Grund bezeichnen) und es können darauf kleinere weifse, schwarze oder farbige Papierstreifen *b*, mit einer Reihe von farbigen, weifsen oder schwarzen Quadraten *c*, *c'*, *c''* von je 1 Ctm. Gröfse und eben so weit von einander entfernt gelegt werden. Wir werden also Grund, Streifen und Quadrate unterscheiden. Bei den Versuchen wird die Wange auf den Ausschnitt *a* des Brettes *A* gelegt, so dafs das Auge nach dem mittelsten Quadrate *c* gerichtet ist, und sich über ihm in der Axe des Cylinders befindet. Der Mitte des Brettes *A* gegenüber steht die Riefs'sche Flasche, deren Kugeln sich in einer solchen Höhe befinden müssen, dafs der überspringende Funken das Auge nicht blendet. Die Versuche sind in grofser Menge angestellt und vielfach wiederholt worden,

Streifen	Quadrate	Grund	Färbung der Nachbilder
Roth	weifs	weifs	Complementär
Roth	weifs	schwarz	Complementär
Blau	weifs	weifs	Gleichfarbig
Blau	weifs	schwarz	Complementär
Blau	schwarz	weifs	Gleichfarbig
Blau	schwarz	schwarz	Complementär
Gelb	weifs	weifs	Complementär
Gelb	weifs	schwarz	Complementär
Gelb	schwarz	weifs	Complementär
Gelb	schwarz	schwarz	Gleichfarbig

In Bezug auf *Roth* habe ich noch zu bemerken, dafs das Nachbild des rothen Streifens immer ein *tiefgrünes* war; aufserdem hatte ich einen weifsen Streifen mit rothen Quadraten von je 1 Quadratcentimeter; diese Quadrate erschienen im Nachbilde immer *Roth*, also *gleichfarbig*, während der rothe Streifen immer *grün*, also *complementär* erschienen war. Ich kann nicht glauben, dafs ich mich getäuscht habe; ich habe die Experimente mit den rothen Streifen und den rothen Quadraten, welche aus ein und demselben Papierbogen geschnitten waren, an ein und demselben Tage unter ganz gleichen Umständen wechselweise hinter einander angestellt, und immer dasselbe Resultat bekommen. Da nun die sämmtlichen rothen Quadrate auf dem weifsen Streifen nur einen Flächenraum von 30 Ctm., der rothe Streifen dagegen einen Flächenraum von 225 Ctm. bildete, so mufs man wohl annehmen, dafs die *Gröfse einer farbigen Fläche* dafür bestimmend ist, ob das Nachbild in der gleichen oder in der complementären Farbe des Objects erscheint.

Bei *Blau* und *Gelb* zeigt sich zunächst, wie sehr Brücke's Warnung zu beherzigen ist: »man möge nicht ohne weiteres aus einer Erscheinung, die man bei *einer* Farbe wahrgenommen hat, auf *analoge Erscheinungen bei andern Farben* schliefsen« (diese Annalen Bd. 84 S. 420). Denn *Blau* giebt unter denselben Bedingungen ein *complementäres* Nachbild, unter denen *Gelb* ein *gleichfarbiges* Nachbild lie-

fert. Als ich den blauen und den gelben Streifen beide neben einander auf schwarzen Sammet legte, waren die Nachbilder beide gelb, nur hatte das Nachbild des blauen Streifens eine grauröthliche Beimischung. Die *Farbe an sich* ist demnach maſsgebend für die Natur des Nachbildes. Aufserdem zeigte sich bei diesen beiden Farben ein bedeutender Einfluſs des *umgebenden Grundes*, denn Blau auf *Weifs* gab ein *gleichfarbiges*, Blau auf *Schwarz* ein *complementäres* Nachbild; Gelb auf *Weifs* gab ein *complementäres*, Gelb auf *Schwarz* ein *gleichfarbiges* Nachbild. Auffallend ist in dieser Beziehung auch, daſs, während der gelbe Streifen mit den *schwarzen* Quadraten auf schwarzem Grunde ein gleichfarbiges Nachbild gab, derselbe mit *weifsen* Quadraten, gleichfalls auf schwarzem Grunde ein complementäres Nachbild erscheinen lieſs.

5. *Mit der Beleuchtung einer farbigen Fläche durch den elektrischen Funken tritt zugleich eine complementäre*

dehntem Maafse Chevreul (*Mémoires de l'Institut T. XI 1832 p. 440* und die »Farbenharmonie etc.« Stuttgart 1840) Untersuchungen angestellt haben. Mir scheint die Beobachtung eines solchen simultanen Contrastes in meinen Versuchen deshalb von Interesse, weil bei denselben die Augenbewegungen als gänzlich ausgeschlossen anzusehen sind, der Einwand also nicht gemacht werden kann, es rühre jene complementäre Färbung davon her, dafs eine Stelle der Retina zuerst der Farbe des Objects zugekehrt gewesen sey, dann aber auf Weifs gewendet die complementäre Färbung eines gewöhnlichen Nachbildes gezeigt habe. Eine derartige Auslegung als eine Verwechselung des *contraste successive* mit dem *contraste simultané* ist in meinen Versuchen nicht möglich.

Aufserdem ist es aber auffallend, *dafs der simultane Contrast selbst noch einen successiven Contrast hervorruft*, indem die durch den simultanen Contrast complementär gefärbten weifsen Quadrate noch einmal complementäre Nachbilder hervorrufen, so dafs jene Quadrate im Nachbilde dieselbe Farbe, nur sehr bedeutend abgeschwächt, haben, wie der Grund. Es ruft also die eine subjective Erregung eine neue, zum Theil entgegengesetzte, subjective Erregung hervor. Besonders schön und mit einem eigenthümlichen Glanze erschienen die Nachbilder der weifsen Quadrate auf dem blauen Streifen. Ich glaube auf Grund dieser Beobachtung einen Plateau'schen Versuch (diese Annalen Bd. 32 S. 526) anders auslegen zu müssen, als es der Urheber desselben gethan hat, worüber unter 14 das Nähere gesagt werden wird.

6. Von dieser simultanen Färbung des Weifs ist eine andere ganz eigenthümliche Erscheinung zu unterscheiden: *scheinbar gleichzeitig mit dem Uebersprungen des Funkens treten nämlich an den rothen und schwarzen Quadraten auf weifsem Grunde sehr helle grünliche oder weifse Quadrate auf, welche nur einen Moment dauern.* Da sie in manchen Versuchen an derselben Stelle zu seyn schienen, wo die rothen Quadrate gesehen wurden, in andern Versuchen et-

vas gegen die rothen Quadrate verschoben erschienen, so laube ich dieselben als negative complementäre Nachbilder nsprechen zu müssen, deren Erscheinung dem objectiven Eindrucke *so schnell* folgte, dafs *ein Zeitintervall zwischen beiden dem Sinne entging*, eine geringe Verschiebung des Auges aber mitunter noch stattfinden konnte. Mein Freund, Prof. Marbach hierselbst, hat diese Erscheinung, ohne dafs ich ihn darauf aufmerksam gemacht habe, gleichfalls bemerkt.

7. Auf der *Peripherie der Netzhaut* (beim indirecten Sehen) sind die Nachbilder von Objecten, welche durch den elektrischen Funken beleuchtet werden, weniger deutlich und scharf begränzt, weniger intensiv gefärbt und dauern kürzere Zeit. Sie verschwinden meist in der Weise, dafs die ganze Reihe der Quadrate zu einem breiteren Streifen zusammenfliefst, welcher immer matter und verschwommener wird; mitunter sieht man aber auch die Quadrate lange Zeit getrennt bleiben und dann beobachtet man bisweilen, wie einzelne aus der Reihe der Quadrate förmlich weggewischt werden.

8. *Man kann auch ohne Anwendung des elektrischen Funkens, bei sehr kurzer Dauer des objectiven Eindrucks positive Nachbilder bekommen*, sowohl von hellglänzenden

)auer der positiven im Verhältnifs zur negativen Phase. lach momentanem Anschauen eines Fensterkreuzes oder ner hellen Wand mit dunkeln Bildern hat man gleichfalls ositive Nachbilder, so dafs das Fensterkreuz dunkel, die heiben hell erschienen. Wenn man die positiven Nachlder nicht auf den ersten Blick bekommt, so kann man sich durch mehrmaliges, rasch hinter einander folgendes effnen und Schliefsen der Augen verschaffen.

Die Nachbilder, welche ich durch momentanes Anschauen einer oben beschriebenen farbigen Streifen und Quadrate verbreiteten Tageslichte gewinne, sind gleichfalls positiv, er weniger intensiv und von kürzerer Dauer als bei der leuchtung durch den elektrischen Funken.

Rothe Quadratcentimeter auf weifsem Grunde erscheinen Nachbilde schwarz; der rothe Streifen mit weifsen Quaaten erscheint im Nachbilde dunkelgrün mit röthlich tinrten hellen Quadraten; das Nachbild des *gelben* Streifens nterscheidet sich von dem des *blauen* Streifens durch grö-ere Helligkeit und Reinheit des Gelb; denn das Nachbild s blauen Streifens ist mit Grau gemischt, blau ist es aber i mir entschieden nicht. Von den unter 6 erwähnten netiven, glänzenden, scheinbar gleichzeitig mit dem Object ftretenden Nachbildern kann ich bei Anwendung von difsem Tageslichte nichts sehen. Wohl aber zeigten sich ich unter diesen Umständen die Erscheinungen des simulnen Contrastes.

9. In Beziehung auf die *Erregung der Netzhaut* geht s den Versuchen hervor: *a*) dafs die subjective Erregung r Netzhaut den momentanen objectiven Eindruck lange eit überdauert; *b*) dafs sie ihn unter gewissen Umständen llkommen gleichsinnig in Bezug auf Helligkeitsverhältnisse d Färbung überdauert. Für diese Art der Erregung ürde Plateau's Bezeichnung »*persistance des impresons de la rétine*« passend seyn, wenn nicht häufig ein rzes Intervall von Dunkelheit zwischen dem objectiven indruck und der subjectiven Erregung eingeschoben wäre d nicht aufserdem immer ein Anwachsen der Intensität

des Nachbildes im Anfange desselben stattfände. *c*) Dafs die Erregung der Retina oft nur gleichsinnig mit dem objectiven Eindrucke in Bezug auf Helligkeit, nicht aber in Beziehung auf Farbe ist. *d*) Dafs wenn nur ein beschränkter Theil der Netzhaut momentan durch helles weifses oder durch farbiges Licht afficirt wird, auch die übrige Netzhaut antagonistisch oder complementär erregt wird.

Demgemäfs wird der objective Eindruck durch die aus demselben hervorgehende subjective Erregung in manchen Fällen verstärkt, in andern Fällen geschwächt werden, ein Verhalten, welches wir jetzt einer näheren Betrachtung unterwerfen wollen.

B. Verhalten des objectiven Eindrucks und der subjectiven Erregung zu einander bei längere Zeit dauerndem Anschauen eines Objects.

Da wir gesehen haben, dafs durch einen momentanen Eindruck sogleich eine subjective Thätigkeit in der Retina

oder andern Sinne findet entweder gleichmäfsig, oder mit *Schwankungen* (*Oscillationen*, Plateau) statt: *a*) das Object erscheint abwechselnd heller und dunkler oder verschwindet und erscheint wieder; *b*) das Object erscheint abwechselnd mehr oder weniger intensiv gefärbt, oder abwechselnd gefärbt und farblos, oder abwechselnd in der ursprünglichen Farbe und complementär.

10. Der erste Fall, dafs ein Object durch Hinzukommen des positiven Nachbildes heller oder intensiver gefärbt erscheint, sollte nach den Beobachtungen beim elektrischen Funken, wo ja immer positive Nachbilder sich bildeten, häufig vorzukommen scheinen. Indefs kann ich dafür keine reinen Erfahrungen anführen. Ein Hellerwerden des ganzen Gesichtsfeldes habe ich bei längerem Fixiren eines Punktes bei grofser Helligkeit und ziemlich gleichmäfsiger Beleuchtung des ganzen Sehfeldes beobachtet; damit war aber ein Undeutlichwerden der äufseren Objecte verbunden; ich bin nicht sicher, ob hier nicht eine Akkommodation für die Ferne mit entsprechender Pupillenerweiterung stattgefunden hat, und folglich das Hellerwerden des Gesichtsfeldes durch eine Vermehrung der auf die Netzhaut gelangenden Lichtquantität veranlafst worden ist.

Ferner erreicht ein weifser Fleck auf dunklem Papier oft erst nach einer gewissen, wenn auch kurzen Zeit des Anschauens seine höchste Helligkeit, aber hier machen sich simultane Contrastwirkungen geltend. So wird auch, wenn man in die Sonne sieht, der Glanz der Sonne nicht gröfser, aber der Himmel bekommt eine tiefdunkelblaue Farbe, welche also zu der Sonnenscheibe einen stärkeren Contrast bildet. Es würden hier Experimente mit einer tachistoskopischen (Volkmann) Vorrichtung Aufschlufs geben können, indem man nämlich ein Object eine $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{30}$, $\frac{1}{10}$ usw. Sekunde lang erleuchtete und bestimmte, ob das Object bei einer länger dauernden Beleuchtung, eventualiter, bei welcher Dauer der Beleuchtung es am hellsten erschiene. Erschiene das Object bei der kürzestmöglichen Beleuchtung nicht am hellsten, so würde man schliefsen müssen, dafs

der objective Eindruck durch das positive Nachbild verstärkt wird.

Damit würde zugleich eine zweite Frage beantwortet werden können, nämlich: *nach welcher Zeit schlägt das positive Nachbild in das negative um?* Denn bei der Beleuchtung durch den elektrischen Funken oder bei sehr kurzem Anschauen eines Objectes im verbreiteten Tageslichte ist ja das Nachbild positiv, beim Anschauen während mehrerer Sekunden wird es negativ.

Es mufs also vorläufig noch fraglich bleiben, ob ein objectiver Eindruck durch eine gleichsinnige subjective Thätigkeit überhaupt verstärkt werden kann, oder ob nicht jede subjective Erregung dem Eindrucke des Objects entgegenwirkt.

11. Für den zweiten Fall, dafs die objective Einwirkung durch die subjective Erregung geschwächt wird, finden sich zunächst beim Lichtsinne Erfahrungen. Wenn man die Sonne mehrere Sekunden lang fixirt, so überzieht sich die glänzende Scheibe alsbald mit einem dunklen Schleier und nur die Ränder der Scheibe erscheinen auf Momente in dem ursprünglichen Glanze. Der dunkle Schleier ist aber nichts anderes als der Ausdruck der subjectiven Thä-

aus Dubois-Reymond's Untersuchungen über thierische Elektricität (I. p. 349) kenne.

Da es unangenehm, und für viele Personen gewifs nicht unschädlich ist, einige Sekunden lang die Sonne zu fixiren, so ist es wichtig, dafs man in Bezug auf subjective Erregung der Netzhaut dasselbe Resultat auf unschädliche Weise erreichen kann, wenn man nämlich einen weifsen Fleck, etwa einen Quadratzoll weifses Papier auf schwarzem Grunde im verbreiteten Tageslichte eine viertel oder halbe Minute lang fixirt: man bemerkt auch dann ganz deutlich, dafs sich das Papier mit Grau überzieht, und nur die Ränder hin und wieder hell weifs erscheinen. Ein sicheres, ruhiges Fixiren ist übrigens dazu durchaus erforderlich. Zu einer so hohen subjectiven Erregung, dafs das weifse Quadrat vollständig verschwunden wäre, habe ich es indefs im verbreiteten ungeschwächten Tageslichte nicht bringen können. Nur in dem Plateau'schen Versuche (diese Annalen Bd. 32 S. 546), wenn ich auf eine rothe Fläche durch eine geschwärzte Röhre hindurch sah, und einen Punkt der Fläche scharf beinahe eine Minute lang fixirte, ist es mir gelungen, auf kurze Zeit alles dunkel werden zu sehen, bis auf einige hellgelbe feine Bogen eines Ringes. Letztere waren offenbar die Gränze der Röhre gegen die rothe Fläche und waren ebenso wie jene hellen Kreise an der Sonne und die hellen Ränder des Papierquadrates durch kleine Bewegungen des Auges veranlafst worden. In dieser speciellen Form des Versuches habe ich ein *Verschwinden des Objectes während immer stärkerer Entwicklung des Nachbildes oder der subjectiven Erregung* beobachten können.

Sehr leicht bemerkt man dagegen eine Verdunklung und ein Verschwinden heller Objecte, wenn die Helligkeit des verbreiteten Tageslichtes bedeutend vermindert wird. Liefs ich in mein finsteres Zimmer (cf. diese Annalen Bd. 115 S. 102 und Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft 1861 Heft I S. 52 oder Moleschott's Untersuchungen Bd. VIII S. 216) eine so geringe Menge diffusen Tageslichtes ein, dafs gewisse weifse Objecte nur eben sichtbar waren, so wur-

den dieselben, wenn ich sie genauer sehen wollte und deshalb einige Zeit fixirte, immer dunkler und verschwanden alsbald vollständig. Erfolgte eine kleine Augenbewegung, zu der man sehr geneigt ist, da man das verlorne Object wiederzufinden sucht, so erschien das Object sofort wieder, um aber bald darauf wieder in der dunkeln Umgebung zu verschwimmen.

Analoges haben Reichenbach's Sensitive beobachtet und Reichenbach sagt darüber Folgendes (der sensitive Mensch 1855 Bd. II S. 12 §. 1660): »Eine eigne Erscheinung im Sehvermögen der Sensitiven sind die vielen Remittenzen und Intermittenzen, die bei seinem Gebrauche vorkommen. Mitten in der Wahrnehmung von Od-Licht geschieht es, dafs die Beobachter die erhellten Gegenstände, die sie so eben deutlich sahen, nur noch unklar erkennen oder dafs sie ihnen gar aus den Augen entschwinden und dafs sie sie nicht mehr sehen. Sie klagen dann, dafs es plötzlich um sie her wieder ganz Nacht geworden sey und dafs sie durchaus nichts mehr wahrzunehmen vermögen. Die erste Beobachtung machte ich hiervon (August 1845) an Fräulein Atzmannsdörfer. Mitten im besten Zuge der

[redacted]

untersuchen, ob es sich in Reichenbach's Beobachtungen um Licht oder um Od-Licht handele.

Das Verschwinden von kleinen Objecten, welche man fixirt, bei einer sehr schwachen Beleuchtung haben aufserdem zuerst Förster und ich bei unsern gemeinschaftlichen Untersuchungen über das indirecte Sehen beobachtet (Förster, Hemeralopie S. 13).

Wir müssen indefs hier unterscheiden das Undeutlichwerden und Verschwinden von Objecten, 1) wenn dieselben *fixirt*, d. h. *direct* gesehen werden, 2) wenn dieselben *indirect* gesehen werden.

Mit Rücksicht hierauf habe ich Beobachtungen angestellt, deren Ergebnisse im Einzelnen in meinen Beiträgen zur Physiologie der Netzhaut (Abhandlungen der Schles. Gesellsch. 1861 Heft I S. 57 ff. und Moleschott's Untersuchungen Bd. VIII S. 253) beschrieben sind; hier will ich die Resultate im Allgemeinen anführen: *a*) im *verbreiteten Tageslichte* oder bei hellem Lampenlichte werden *indirect* gesehene Objecte undeutlicher und endlich unsichtbar, wenn man einen Punkt längere Zeit (einige Sekunden bis zu einer Minute) fixirt und dabei jede Bewegung des Auges sorgfältig vermeidet. Je heller die indirect gesehenen Objecte sind und je näher dem Centrum der Netzhaut sie liegen, um so länger dauert es, ehe sie verschwinden.

b) Im *stark verdunkelten Zimmer* verschwindet der *fixirte* Punkt nicht, wenn derselbe gegen seine Umgebung stark contrastirt. Als Object diente das von einem kleinen Convexspiegel reflectirte Bild der Diaphragmaöffnung, durch welche das verbreitete Tageslicht in das finstere Zimmer gelangte.

c) Der *fixirte* Punkt verschwindet um so früher, je weniger er gegen seine Umgebung contrastirt und je lichtschwächer er ist. Als Objecte dienten Stücke weifsen Papiers von 1 Quadratcentimeter in 1 Meter Entfernung vom Auge und von der Lichtquelle.

d) Von Objecten, welche einander ganz gleich und sehr *lichtschwach* sind, verschwinden im finstern Zimmer

die direct gesehenen früher, als die indirect gesehenen, wenn das Auge vorher im verbreiteten Tageslicht gewesen ist; dagegen verschwinden beide gleichzeitig, wenn man vorher eine viertel bis halbe Stunde im finstern Zimmer zugebracht hat.

e) *Lichtstärkere* Objecte verschwinden *indirect* gesehen in der Weise, dafs sie sich in einen hellen Nebel auflösen.

f) Es hat mir oft geschienen, dafs die indirect gesehenen lichtstärkeren Objecte, *nachdem sie verschwunden waren, wieder auftauchten*, ohne dafs ich aufgehört hätte, den fixirten Punkt festzuhalten, ohne also Bewegungen mit dem Auge zu machen.

Das Dunkelwerden heller Objecte im diffusen Tageslichte und das Verschwinden derselben beim indirecten Sehen, sowie das Verschwinden lichtschwacher Objecte im verfinsterten Zimmer habe ich als zusammengehörige Erscheinungen aufgefafst, deren gemeinschaftliche Ursache die

Roth auf schwarzem oder weifsem Grunde überzieht sich bald mit einem dunklen Schleier, und macht man kleine Bewegungen mit dem Auge, so erscheint der eine Rand des farbigen Fleckes in der ursprünglichen Intensität seiner Farbe, während auf dem entgegengesetzten Rande die Umgebung einen feinen grünen Saum, den Ausdruck des complementären Nachbildes zeigt. Dasselbe gilt für andere gesättigte Farben.

Ist die farbige Fläche nicht zu grofs, beträgt sie z. B. 9 bis 25 Quadratmillimeter in 2 bis 3 Decimeter Entfernung vom Auge, so hört, wenn man die rothe Fläche eine oder einige Minuten lang scharf fixirt, die Empfindung der Farbe ganz auf, und man sieht ein graues Quadrat auf schwarzem Grunde, welches eher noch einen grünen Schimmer hat. Das Nachbild oder die subjective Thätigkeit erreicht also eine solche Höhe, dafs der objective Eindruck der Farbe dadurch aufgehoben wird, ja dafs sogar noch ein Ueberschufs von subjectiver Thätigkeit empfunden wird. Während dieser Erfolg bei verbreitetem Tageslichte und mit Fixiren, also directem Sehen, des Objectes gewonnen wird, zeigt sich, analog den Erfahrungen beim Lichtsinne, das Verschwinden der Färbung viel leichter bei indirectem Sehen oder bei Beschränkung des Lichtzutrittes. Fixirt man einen 2 Decimeter langen und 2 bis 3 Millimeter breiten rothen Papierstreifen auf weifsem Grunde in der Mitte, so sieht man schon nach 10 Sekunden die beiden Enden desselben schwarz werden, und bei längerem Fixiren des Mittelpunktes nimmt die Verdunklung des Streifens von den Enden nach der Mitte hin immer mehr zu. Blickt man dann daneben auf den weifsen Grund, so hat man ein grünes Nachbild von dem ganzen Streifen.

Wie also beim Lichtsinne ein Undeutlichwerden und Verschwinden eines *indirect* gesehenen Objectes stattfindet, so tritt beim Farbensinne ein Verlöschen der Farbe ein, indem sich das Nachbild der Farbe oder die subjective Thätigkeit des Farbensinnes entwickelt. Dafs aber farbige Flächen, wenn sie indirect gesehen schon farblos erschei-

nen, lebhafte complementäre Nachbilder geben, davon habe ich mich vielfach bei Gelegenheit von Untersuchungen über das Verhalten der Nachbilder auf den peripherischen Theilen der Netzhaut überzeugt.

Bei meinen Untersuchungen über die Gränzen der Farbenwahrnehmung beim indirecten Sehen (Gräfe's Archiv III, 2, S. 57 und diese Annalen Bd. 115, S. 100, cf. Tab. I Fig. 8) habe ich dasselbe gefunden. Hatte ich an dem dort beschriebenen Gradbogen ein rothes Quadrat auf weifsem Grunde um 20° von dem fixirten Punkte fortgeschoben, so bemerkte ich, dafs es schwarz wurde; bewegte ich es nun ein wenig, indem ich den Kreisbogen um seinen Befestigungspunkt drehte, so erschien es noch wieder roth. Offenbar war die Stelle der Retina, auf der es schwarz erschien, in einer durch den objectiven Eindruck veränderten subjectiven Thätigkeit, während die neue Stelle der Retina, auf welche das Bild in Folge der Bewegungen des Objectes fiel, noch ihre unveränderte Farbenempfindlichkeit besafs.

Dafs die Farben bei *verminderter Beleuchtung* nur im ersten Momente des Anschauens ihre Farbe zeigen, bei längerem Anschauen aber sehr bald wieder verlieren, habe

an dem Auge vorübergeht, eine subjective Erregung der Netzhaut eingestellt, so wird der Ausdruck derselben die Farbe oder die Nüance seyn, welche der übrige Grund der Scheibe annimmt. Durch die Wiederholung des Vorbeigehens des rothen Sectors vor dem Auge wird die subjective Erregung der Retina erhöht. Da die Zeit, während welcher der objective Eindruck auf das Auge gemacht wird, wesentlich für die Entwickelung und für den Charakter des Nachbildes ist, und da aufserdem eine gewisse Zeit erforderlich ist, ehe das Nachbild das Maximum seiner Intensität erreicht, so wird bei diesen Versuchen wesentlich seyn: 1) die *Gröfse* des farbigen Sectors, 2) die *Rotationsgeschwindigkeit* der ganzen Scheibe. Ich habe mich durch eine gröfsere Versuchsreihe von der Wichtigkeit dieser beiden Factoren überzeugt, und will hier nur die Verschiedenheiten des Effectes berücksichtigen, welche durch verschiedene Gröfse eines *rothen Sectors auf schwarzem Grunde* und durch verschiedene Rotationsgeschwindigkeit dieser Scheibe erzielt werden. Leider habe ich die Geschwindigkeit nicht messen, sondern nur ungefähr schätzen können.

a) *Rother Sector* = 270°, *Schwarzer Sector* = 90°. Dreht sich die Scheibe etwa vier Mal in der Sekunde, so erscheint das Roth heller und sehr lebhaft, das Schwarz ist grünlich überzogen. Bei etwa zehnmaliger Umdrehung der Scheibe in der Sekunde erscheint die Scheibe gleichmäfsig roth mit *hellgrünen* Flecken. Bei funfzigmaliger Umdrehung ein dunkleres Roth, *ohne* grüne Beimischung; bei mehr als hundertmaliger Umdrehung ist die Scheibe fast ebenso roth, als wenn gar kein Schwarz beigemischt wäre.

b) *Rother Sector* = 90°, *Schwarzer Sector* = 270°. Bei etwa viermaliger Umdrehung in der Sekunde erscheint das Roth sehr lebhaft und der Sector verschmälert, das Schwarz zeigt eine *grüne* Färbung. Bei allmählicher Beschleunigung der Drehung erscheinen mehrere schmale Sectoren in hellem Roth, das Schwarz ist mit einem hellen etwas bläulichen Grün überzogen; bei noch gröfserer Beschleunigung, etwa 15 bis 20 Umdrehungen in der Sekunde,

leuchten nur hier und da schmale hellrothe Sectoren auf, während die ganze Scheibe grün erscheint. Bei noch schnellerem Drehen überzieht ein rother Schleier die grüne Scheibe, — weiterhin wird der Grund der Scheibe dunkelroth und es erscheinen grünblaue reediäre Streifen und Flecke — endlich bei schnellster Drehung erscheint ein gleichmäfsiges Rothbraun.

c) *Rother Sector* = 30°, *Schwarz* = 330°.

Die Scheibe erscheint bei etwa 20maliger Umdrehung in der Sekunde *grün, fast ohne jede Spur von Roth.* Bei sehr gleichmäfsiger Drehung mit bestimmter Geschwindigkeit und ruhigem Anschauen der Scheibe erscheint dieselbe *durchweg grün, mit einigen bläulichen Flecken.*

Die Erklärung für die Verschiedenheit der Erscheinungen bei langsamer und schneller Drehung finde ich in der Entwicklung des Nachbildes oder der subjectiven Erregung. Bei langsamer Rotation tritt die Complementärfarbe auf und

an, eine ganze Umdrehung dauere 0,1 Sekunde, und das Nachbild von Roth nehme in der ersten hundertstel Sekunde nur wenig, in der zweiten hundertstel Sekunde stärker, in der dritten noch mehr zu und so fort bis zur neunten hundertstel Sekunde; von da an finde aber keine Zunahme sondern nur Abnahme der Intensität des Nachbildes statt; dauert nun das Vorbeigehen des schwarzen Sectors 0,09 Sekunden, so wird während dieser Zeit die Entwicklung des Nachbildes bis zu seinem Maximum gegeben seyn; während dasselbe schon sinkt, würde wieder der objective Eindruck statthaben, dem wiederum die vollständige Entwicklung des Nachbildes folgte und so würde nach mehrmaliger Wiederholung das Nachbild zu solcher Intensität gelangen, dafs der rothe Sector nicht mehr seinen ursprünglichen Eindruck machen könnte, sondern *farblos* würde — dann würde also *nur das Nachbild* empfunden werden, die Scheibe mit dem rothen Sector also *grün* erscheinen müssen. Damit in Uebereinstimmung würde es seyn, dafs bei langsamerer Rotation das Nachbild von Roth sich zwar auch entwickelt während der schwarze Theil der Scheibe vorübergeht, dafs in dieser Zeit aber auch schon die Abnahme des Nachbildes erfolgt; die Scheibe wird also, wo Schwarz ist, grün tingirt seyn, wenn aber der rothe Sector kommt, so ist das Nachbild schon fort und er erscheint daher mit voller Intensität seiner Farbe, nur wegen des Contrastes gegen Schwarz etwas heller nüancirt. Bei schnellerer Rotation, z. B. bei einer Umdrehung in 0,01 Sekunde, wird das Nachbild nur den ersten Anfang der Entwicklung machen können, also nicht weiter in Betracht kommen.

Für diese Annahme kann ich Folgendes zur Unterstützung anführen:

a) Bei den Nachbildern, die der elektrische Funken erzeugt, tritt das Maximum der Helligkeit und Farbe nicht unmittelbar nach dem Ueberspringen des Funkens auf, sondern das zuerst sehr matte Nachbild wird allmählich bei ruhiger Haltung des Auges heller und intensiver gefärbt, dann nimmt es wieder an Intensität ab.

b) Man kann schwache Nachbilder dadurch sehr verstärken, dafs man mehrmals die Augen schliefst und während der kurzen Zeit, wo man sie öffnet, immer auf denselben Punkt wiederum richtet; das habe ich schon bei Wiederholung des Brücke'schen Versuches, bei dem man ein positives complementäres Nachbild bekommt, bemerkt. (Brücke, diese Annalen Bd. 84 S. 443 und Moleschott's Untersuchungen Bd. 5 S. 297.) Derselbe gelingt mir und Anderen nach mehrmaligem Schliefsen der Augen ganz sicher. Dieselbe Verstärkung des Nachbildes mufs aber durch die häufige Wiederkehr des rothen Sectors beim Rotiren der Scheibe erfolgen.

c) Wenn man statt die Augen zu schliefsen eine Scheibe rotiren läfst, an welcher ein Sector ausgeschnitten ist, die übrigen Sectoren aber voll und schwarz sind, und man betrachtet ein rothes Quadrat auf weifsem Papier, welches jenseits der Scheibe aufgestellt ist, unverwandt, so dafs es

Stofse, welcher ihrem Perpendikel ertheilt wird. Brücke sagt (diese Annalen Bd. 84 S. 427): »Nehmen wir nicht an, dafs die Reaction absolut stärker sey, als die primäre Einwirkung, sondern geben nur zu, dafs sie derselben höchstens gleich sey, so kann auch der Erregungszustand nur dem Grau entsprechen. Nimmt man an, dafs die Reaction stärker sey, als die primäre Einwirkung, so entfernt man sich offenbar aus dem Kreise der mechanischen Vorstellungen, welche wir allein benutzen dürfen, um uns ein Schema für den Zusammenhang von Naturerscheinungen zu entwerfen, und wir würden auf diesem Wege direct zu dem Schlusse geführt werden, dafs *ein mit abwechselnd grün und schwarzen Sectoren bemalter Farbenkreisel bei seiner Bewegung Roth geben müsse, was gewifs noch Niemand gesehen hat.*« Da nun mein aus *Roth und Schwarz* zusammengesetzter Farbenkreisel unter Umständen allerdings *Grün* giebt, *so scheint mir damit* Brücke's *Auffassung auch experimentell wiederlegt zu seyn.* Ich führe noch an, dafs auch eine Scheibe mit 90° *Blau* und 270° *Weifs* bei etwa dreifsig Umdrehungen in der Sekunde mir *gelb* erscheint.

Uebrigens wird es eine besondere Aufgabe der Psychophysik seyn, zu untersuchen, wie sich continuirliche Reize gegen unterbrochene Reize verhalten, ob unterbrochene Reize nicht einen stärkeren Effect oder eine gröfsere subjective Erregung hervorbringen, als continuirlich wirkende Reize? So bringen ein continuirlicher Ton, ein continuirlicher Druck sehr bald Abstumpfung hervor, während ein unterbrochener Ton viel länger gehört und ein häufig wiederkehrender Druck sehr unangenehm empfunden wird.

14. Wir werden nun noch den Gang, welchen die subjective Erregung nach einem Gesichtseindrucke nimmt, zu betrachten haben und zwar in zwei Beziehungen, nach der Zeit und nach dem Raume.

Plateau hat einen Versuch gegeben, in welchem er *Oscillationen* in dem Erregungszustande der Retina beobachtet hat: »Um die Oscillationen wahrzunehmen, sehe ich mit einem Auge durch eine schwarze, 50 Centimeter lange

und 3 Centimeter weite Röhre, während ich das andere mit einem Taschentuche vollkommen dicht verschliefse, und betrachte anhaltend, wenigstens eine Minute lang, ein rothes Papier in vollem Tageslichte; dann nehme ich, ohne das andere Auge zu entblöfsen, die Röhre fort und betrachte die weifse Decke des Zimmers. Alsdann sehe ich ein rundes grünes Bild, dem einige Zeit hernach ein rothes Bild folgt, zwar von geringerer Stärke und kürzerer Dauer, aber doch vollkommen sichtbar; darauf erscheint die grüne Farbe wieder, welche kurze Zeit hernach abermals durch ein röthliches Bild ersetzt wird, und so fort drei bis vier Mal, wobei die beiden entgegengesetzten Eindrücke immer schwächer und schwächer werden.« (Diese Ann. Bd. 32 S. 550.) Fechner ist dieser Versuch nicht gelungen, und mir gelingt er auch nicht. Indefs habe ich bei Gelegenheit von Untersuchungen über diese Nachbilder auf den peripherischen Theilen der Netzhaut (Moleschott's Untersuchungen

und schliefslich die Helligkeit des umgebenden Hofes erreichte. Dann habe ich bei Blendungsbildern von hellen Lichtflammen beobachtet, dafs dieselben in der rothen Phase ganz allmählich verschwanden, und ebenso allmählich wiederkehrten und zwar in der rothen Phase, darauf erst die blaue Phase vom Rande her eintrat. Ich brauche wohl nicht dazu zu bemerken, dafs sich während dieser Beobachtungen in den Helligkeitsverhältnissen meiner Umgebung nichts änderte. Endlich mufs ich noch einer eigenthümlichen Erscheinung von Ossillationen gedenken, von der ich unsicher bin, ob sie mit den Nachbildern in einem Zusammenhange steht. Ich habe nämlich dreimal, an drei verschiedenen Tagen, nachdem ich eben den elektrischen Funken durch rothes Glas beobachtet hatte, und einmal, als ich ihn durch grünes Glas gesehen hatte, einen hellen Fleck von röthlicher Farbe in dem sonst dunklen Gesichtsfelde bemerkt, welcher die Gröfse eines Handtellers hatte; derselbe fing alsbald an, im Centrum grünlich zu werden und wurde von dort aus allmählich ganz grün, dann wieder vom Centrum aus röthlich, dann wieder grünlich und sofort. Das eine Mal habe ich diesen Wechsel 15mal, ein anderes Mal 10mal erfolgen sehen. Da ich etwas derartiges weder sonst nach dem Betrachten des Funkens, noch auch nach längerem Verweilen im Finstern bemerkt habe, so weifs ich nicht, ob diese Erscheinung als Nachbild zu deuten ist.

Nach meinen Erfahrungen mufs ich daher annehmen, dafs *in vielen Fällen eine ungleichmäfsige Abnahme der subjectiven Erregung der Netzhaut stattfindet*, die sich durch *Oscillationen* in der Intensität der Nachbilder kund giebt, und dafs *diese Oscillationen oder Schwankungen nicht immer in Bewegungen des Auges* ihre Ursache haben, sondern *auch bei völlig ruhig gehaltenen Augen statthaben.*

Plateau hat aufserdem auch noch *Oscillationen dem Raume* nach statuirt, und folgenden Versuch als Belag dafür beigebracht (diese Annalen Bd. 32 S. 551): »Man bringe zwischen Fenster und Auge ein Blatt rothes Papier an und halte in einem gewissen Abstand vor dem Blatt

einen etwa 10 bis 12 Millimeter breiten Streif weifser Pappe. Sind nun die Lagen des rothen Papiers, des weifsen Streifens und des Auges zweckmäfsig gewählt, so werden die Ränder des weifsen Streifens grün erscheinen und der mittlere Theil desselben sich sehr schwach, aber vollkommen sichtlich roth färben. Mithin ist der Eindruck des rothen Papiers, nachdem er sich an den Rändern des Pappstreifens in einen grünen complementären verändert hat, weiterhin wieder in den (positiven) gleichfarbigen rothen Zustand übergegangen.« Auch mir gelingt dieser Versuch, der sich indefs vielleicht, da gewifs Augenbewegungen mit im Spiele sind, auf das Gesetz des simultanen Contrastes zurückführen läfst. Die grünen Ränder des weifsen Streifens sind nichts als das verschobene Nachbild von dem rothen Papier, und induciren durch ihre grüne Färbung einen simultanen Contrast von Roth auf dem übrigen weifsen Streifen, wozu die Netzhaut um so mehr geneigt seyn mufs, als sie durch das

III. *Ermittelung des Eigengewichts fester Körper durch Schweben;*
von F. G. Schaffgotsch.

Die Bestimmung des Eigengewichts oder specifischen Gewichts wird im Allgemeinen desto unsicherer, je gröfser dasselbe und je kleiner die angewandte Menge ist. Diefs zeigen in aller Kürze folgende drei Beispiele, deren zwei erste der Wirklichkeit entnommen sind, während das dritte ein blofs gedachtes ist.

1. Meergrüner Beryll, geschliffen.

$l = 0{,}5175$	0,5165	0,5185
$w = 0{,}3274$	0,3284	0,3264
$v = 0{,}1901$	0,1881	0,1921
$e = 2{,}722$	2,746	2,699

2. Violblauer Glasfluſs, geschliffen.

$l = 0{,}2096$	0,2086	0,2106
$w = 0{,}1505$	0,1515	0,1495
$v = 0{,}0591$	0,0571	0,0611
$e = 3{,}547$	3,653	3,447

3. Legirung von Gold und Platin.

$l = 0{,}1000$	0,0990	0,1010
$w = 0{,}0950$	0,0960	0,0940
$v = 0{,}0050$	0,0030	0,0070
$e = 20{,}000$	33,000	14,429

l bezeichnet das in der Luft und w das im Wasser gefundene Gewicht nach Grammen, v den Unterschied beider und e das Eigengewicht, bezogen auf Wasser vom Wärmegrad des Versuchs. Dieselben Buchstaben gelten auch für die Folge, dagegen soll E stets ein auf Wasser von $17\frac{1}{2}^{\circ}$ [1]) bezogenes Eigengewicht bedeuten.

1) Hier und durchgängig nach Celsius.

Die erste senkrechte Reihe enthält die Zahlen des Versuchs, die zweite und dritte diejenigen, welche an deren Stelle treten, wenn l um 1 Milligramm vermindert oder vermehrt, w bezüglich um ebensoviel vermehrt oder vermindert wird.

Für Körper von geringem Eigengewicht giebt es nun ein einfaches Mittel, den schädlichen Einfluſs der Kleinheit des absoluten Gewichts zu bekämpfen, darin bestehend, daſs man dieselben in einer durchsichtigen Flüssigkeit von gleicher aber noch unbekannter Dichtigkeit zum Schweben bringt und dann das Eigengewicht dieser Flüssigkeit auf irgend eine Weise bestimmt. Die Gewichtsmenge des Körpers kann hiebei ganz unbekannt bleiben und kommt nur in sofern in Betracht, als kleine Stücke unter übrigens gleichen Umständen eine verhältnifsmäfsig gröfsere Oberfläche besitzen und deshalb in der Flüssigkeit wegen stärkeren Widerstandes langsamer steigen und sin-

findlich war und bei einem $E = 2{,}9$ den Stein trug. Nach allmählichem Zusatz verdünnter Salpetersäure bis zum langsamen Sinken des Aquamarins wurde durch einen damit benetzten Glasstab soviel Quecksilberlösung beigefügt, dafs der Stein gerade schweben blieb. In diesem Augenblick war auch die Wärme der Flüssigkeit, welche anfänglich etwas unter $17\frac{1}{2}^{\circ}$ betragen hatte, durch Umfassen des Cylinders mit der Hand auf diesen Grad gebracht. Als Rührstab diente ein Thermometer und das Umrühren wurde so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit beim Hindurchsehen keine ungleichlichtbrechenden Streifen oder Schlieren mehr zeigte. Ganz ähnlich war das Verfahren bei allen folgenden Versuchen. Auch die Dichtigkeitsmessung der gemischten Flüssigkeit geschah durchweg mit Ausnahme des nächstfolgenden Versuchs und zweier Nebenversuche unter *B. V. b.* auf eine und dieselbe Weise, nämlich mit einer trocken tarirten Vollpipette von $\frac{1}{2}$ Quadratmillimeter Mündung und kurzem Schnabel, welche bis zum Strich $5^{\text{grm}},0065$ Wasser von $17\frac{1}{2}^{\circ}$ faſste und sich in ein fest anschliefsendes mit ihr zusammen tarirtes Reagensrohr schieben liefs. In diesem Rohr wurde die Pipette, nachdem das Flüssigkeitsgemisch bis zum Strich emporgesogen und sie äufserlich mit Seidenpapierbäuschchen ohne Erwärmung genau abgetrocknet worden, auf die Waage gebracht, wo sie, von einem über die Hängedrähte gestreiften mittarirten Kautschukring gehalten, ganz sicher aufrecht stand. Die Reinigung der beiden zusammengehörigen Glasgefäfse gelang sehr schnell durch Ausspülen, Auswischen und Hindurchsaugen warmer Luft.

Weil die verschiedenen Schwebeflüssigkeiten am Glase anders haften als Wasser, so erhält man falsche Zahlen, wenn man nicht die aufgenommene, sondern die aus einer nafs geaichten Pipette *ausfliefsende* Menge wägt. So liefs eine Mohr'sche 10 CC.-Pipette, von drei Flüssigkeiten deren $E = 2{,}698$, $= 2{,}655$ und $= 2{,}480$ war, ausfliefsen: 26,6890 Grm., 26,3252 Grm. und 24,6366 Grm.

Für gewerbliche Zwecke möchte sich die Anwendung

schicklich eingerichteter Senkspindeln ohne Gewichte am meisten empfehlen, sehr oft wird es aber gar nicht darauf ankommen, das Eigengewicht durch eine bestimmte Zahl auszudrücken, sondern nur auf schnelle und sichere Scheidung und Unterscheidung von Edelsteinen. Es würden z. B. 50 kleine Chrysoberylle von $E = 3{,}72$, untermengt mit 50 kleinen gelben Beryllen von $E = 2{,}69$, wenn man sie in eine Flüssigkeit von $E = 3$ brächte, zu Boden fallen, die Begleiter hingegen obenauf schwimmen. In derselben Flüssigkeit würde ein röthlicher Amethyst von $E = 2{,}65$ oben bleiben, ein gebrannter Topas von ähnlicher Farbe und $E = 3{,}55$ aber untergehen u. dergl. m.

Im vorliegenden, den Aquamarin betreffenden Falle nun fafste die oben beschriebene tarirte Pipette, deren Inhalt nach Grammen in der Folge stets mit p bezeichnet ist, 13,5618 Grm., welche Zahl, durch 5,0065 getheilt, sogleich für den Edelstein $E = 2{,}709$ ergiebt.

3. Ein walzenförmig in Stanniol gegossener Klumpen war bis über die halbe Höhe hinab hohl, das glatt abgeschnittene unterste Fünftel, welches zur Wägung diente, etwas rissig. $l = 1{,}2232$; $w = -0{,}1510$ bei 19°; $v = 1{,}3742$; $e = 0{,}8901$; $E = 0{,}890$. In Wasser untergetaucht und unter die Glocke der Luftpumpe gebracht giebt es unveränderlich $w = -0{,}1352$ bei $20\frac{1}{2}$°; $v = 1{,}3584$; $e = 0{,}9005$; $E = 0{,}900$.

b) Neues Verfahren.

Ein Abschnitzel wurde in verdünntem Weingeist zum Schweben gebracht. $l = 0{,}0980$; $p = 4{,}5060$; $E = 0{,}900$. Zu den beiden folgenden Versuchen dienten gleichfalls Mischungen von Weingeist mit Wasser.

II. Kautschuk, gemeines Wischgummi.

a) Altes Verfahren.

Parallelepipedisches Stück. $l = 14{,}8315$; $w = -1{,}2107$ bei 19°; $v = 16{,}0422$; $e = 0{,}9245$; $E = 0{,}924$.

b) Neues Verfahren.

Abschnitzel des Stückes. $l = 0{,}0958$; $p = 4{,}6157$; $E = 0{,}922$.

III. Gutta Percha, dünn ausgewalzte Platte.

a. Altes Verfahren.

1. Streifen von ungefähr 100 Quadratcentim. einseitiger Oberfläche. $l = 1{,}8220$; $w = -0{,}0677$ bei 20°; $v = 1{,}8897$; $e = 0{,}9642$; $E = 0{,}9637$.

2. Aehnlicher Streifen. $l = 1{,}7314$; $w = -0{,}0702$ bei 20°; $v = 1{,}8016$; $e = 0{,}9610$; $E = 0{,}9606$.

Im Mittel: $E = 0{,}962$.

b. Neues Verfahren.

Abschnitzel der Platte. $l = 0{,}0288$; $p = 4{,}8490$; $E = 0{,}969$.

IV. Citronengelber, durchsichtiger Bernstein, halbkugelförmiges Stück.

a. Altes Verfahren.

$l = 2{,}4372$; $w = 0{,}1805$ bei 16°,6; $v = 2{,}2567$; $e = 1{,}0800$; $E = 1{,}080$.

b. Neues Verfahren.

Ein Splitter des Bernsteinstückes schwebte in verdünnter Salpetersäure. $l = 0{,}0059$; $p = 5{,}4210$; $E = 1{,}083$.

V. Muschelige Braunkohle, Gagat des Handels, pechschwarz, von braunem Strich.

a. Altes Verfahren.

Bruchstück eines rohgeschnitzten Ringes. $l = 2{,}3104$; $w = 0{,}3435$ bei 16^{0}; $v = 1{,}9669$; $e = 1{,}1746$; $E = 1{,}175$.

b. Neues Verfahren.

Splitter des Ringes, bei $17\frac{1}{2}^{0}$ schwebend in einer Mischung von 30 Maafstheilen *acidum nitricum* der preufsischen Pharmacopöe und 4,5 Maafstheilen Wasser, welche letztere 4,5 Gramm wiegen; $l = 0{,}0190$; $p = 5{,}8950$; $E = 1{,}177$. Dieses Eigengewicht wurde auf doppelte Weise bestätigt.

Das früher erwähnte Thermometerchen, jetzt ohne Belastung, verlor in der Mischung 3,3813 Grm., in Wasser von $17\frac{1}{2}^{0}$ 2,8721 Grm., woraus $E = 1{,}77$ folgt.

ser geschehen, weil es basisches Salz fällt, sondern durch Salpetersäure, was auch beim Ausspülen der Gefäfse zu berücksichtigen ist. Die Verdünnung ist von Zusammenziehung begleitet.

Ein Theil Quecksilberoxyd giebt, in 2,7 Theilen *acidum nitricum* kalt gelöst, eine wasserhelle starklichtbrechende Flüssigkeit von $E = 1{,}6$, welche durch Abdampfen bis auf $E > 3{,}5$ gebracht werden kann und Topas trägt, dann aber bei Stubenwärme leicht zu einem Krystallbrei erstarrt. Zur Aufbewahrung gröfserer Mengen eignet sich Lösung von $E = 3{,}3$ bis 3,4 besser. Durch geringes Eindampfen lassen sich aus ihr jederzeit Antheile von höherem E leicht darstellen.

Um 100 Cubikcentimeter solcher Lösung zu gewinnen schüttle man in einer geräumigen Flasche 200 Grm. Quecksilberoxyd mit 450 Cubikcentimetern *acid. nitr.* bis die sich einstellende Erwärmung vorübergegangen, filtrire und dampfe das etwas über 450 Cubikcentimeter ausmachende Filtrat rasch ab, ohne zu kochen. Ein Stückchen Olivin von Turnau in Böhmen mufs auf der kalten Flüssigkeit schwimmen; da sein $E = 3{,}34$, so hat man nur allmählich bis zum Sinken des Steines zu verdünnen, um der Lösung ein Eigengewicht zwischen 3,3 und 3,4 zu geben. Dieselbe darf nicht mit pflanzlichen oder thierischen Stoffen in Berührung kommen, welche sie bräunen, auch nicht an der Luft stehen bleiben, weil sie dann Wasser anzieht.

VII. Stangenschwefel.

a) Altes Verfahren.

Bruchstück aus dem äufseren Theile einer Stange. $l = 1{,}8082$; $w = 0{,}9058$ bei $16\frac{1}{2}°$; $v = 0{,}9024$; $e = 2{,}0038$; $E = 2{,}004$

b) Neues Verfahren.

Theilchen des Bruchstücks. $l = 0{,}0707$; $p = 10{,}0263$; $E = 2{,}003$.

VIII. Hyalith (Opal) von Waltsch.

a) Altes Verfahren.

Ausgesuchtes Stück. $l = 2{,}6366$; $w = 1{,}4209$ bei $16\frac{1}{2}°$;

$v = 1{,}2157$; $e = 2{,}1688$; $E = 2{,}169$. Ich gebe dieser Bestimmung unbedenklich vor den früher von mir in diesen Annalen (LXVIII., 157) bekannt gemachten, wonach $E = 2{,}155$ und $= 2{,}162$, schon deshalb den Vorzug, weil ich jetzt nicht das die Empfindlichkeit der Waage sehr beeinträchtigende Uhrglas anwandte.

b) Neues Verfahren.

$l = 0{,}0801$; $p = 10{,}8493$; $E = 2{,}167$.

Beim Hyalith und den vier vorhergehenden Körpern hätte auch eine gesättigte Lösung von Sublimat in starkem Salzwasser als Schwebeflüssigkeit dienen können [1]). Ich fand ihr $E = 2{,}34$.

IX. Glas.

a) Altes Verfahren.

$E = 2{,}477$, wie unter *A.* II. angeführt.

b) Neues Verfahren.

Splitter der Glasscherbe. $l = 0{,}0936$; $p = 12{,}4090$; $E = 2{,}479$.

X. Quarz.

a) Altes Verfahren.

Geschliffenes Petschaft, lichtrauchgrau, völlig durchsichtig, $l = 84{,}0490$; $w = 52{,}3840$ bei 17°; $v = 31{,}6650$; $e = 2{,}6543$; $E = 2{,}655$.

2. Smaragd, Schmuckstein voller Risse. $l = 2{,}6145$; $w = 1{,}6432$ bei $20\frac{1}{2}°$; $v = 0{,}9713$; $e = 2{,}6918$; $E = 2{,}690$.

3. Gelber (spargelgrüner) fehlerfreier Schmuckstein. $l = 1{,}8114$; $w = 1{,}1385$ bei $14{,}3°$; $v = 0{,}6729$; $e = 2{,}6919$; $E = 2{,}693$.

4. Smaragd, Schmuckstein, nicht ganz fehlerfrei. $l = 0{,}8250$; $w = 0{,}5192$ bei $21°$; $v = 0{,}3058$; $e = 2{,}6978$; $E = 2{,}696$.

5. Grünlichweifse, durchscheinende, starkglänzende Krystallsäule von gemeinem Beryll, wahrscheinlich aus Baiern. $l = 5{,}3128$; $w = 3{,}3434$ bei $16°$; $v = 1{,}9694$; $e = 2{,}6977$; $E = 2{,}698$.

Hierzu kommt endlich der Aquamarin von *A.* I., als Schmuckstein ebenso fehlerfrei wie der gelbe, kürzlich erwähnte, doch offenbar dichter.

b) Neues Verfahren.

1. Gemeiner Beryll des Versuchs *B.* XI. *a.* 5. $l = 0{,}0220$; $p = 13{,}4685$; $E = 2{,}690$.

2. Smaragd, Schmuckstein mit einem kleinen Fehler; $l = 0{,}0089$; $p = 13{,}5725$; $E = 2{,}711$.

Die für die drei Smaragde gefundenen Zahlen sind nicht unter sich vergleichbar, da die Gleichheit des Fundortes nicht nachzuweisen ist.

XII. Phenakit vom Ural.

a) Altes Verfahren.

$E = 2{,}969$, von Nordenskjöld[1]) an ausgewählten kleinen Stücken bestimmt. l und w nicht angegeben. Die ebenfalls nicht bezeichnete Temperatur darf zu $17\frac{1}{2}°$ angenommen werden.

b) Neues Verfahren.

Kleines Bruchstück eines 4 Centimeter langen und 2 Centimeter dicken, in Glimmerschiefer eingewachsenen Krystalls. $l = 0{,}0025$; $p = 14{,}8219$; $E = 2{,}961$.

XIII. Weifser Flufsspath von Altenberg.

a) Altes Verfahren.

1. Rissiges Spaltungsstück, nach der Wägung in Was-

1) Diese Annalen XXXI 59.

ser gelegt und anhaltend mit der Luftpumpe behandelt. $l = 11{,}3854$; $w = 7{,}7846$ bei $15{,}3°$; $b = 3{,}6008$; $e = 3{,}1619$ $E = 3{,}163$.

2. Fünfzehn Stückchen, rissig und deshalb mit Wasser ausgekocht. $l = 7{,}3592$; $w = 5{,}0345$ bei $14{,}7°$; $v = 2{,}3247$; $e = 3{,}1657$; $E = 3{,}167$.

b) Neues Verfahren.

Der Stein wird von der Quecksilberlösung in der Kälte nicht merklich angegriffen. $l = 0{,}0577$; $p = 15{,}8457$; $E = 3{,}165$.

XIV. Chrysolith (Olivin) aus Böhmen.

a) Altes Verfahren.

Neun Stückchen. $l = 2{,}4724$; $w = 1{,}7325$ bei $16{,}2°$; $v = 0{,}7399$; $e = 3{,}3415$; $E = 3{,}342$.

b) Neues Verfahren.

Ein Stückchen. $l = 0{,}0823$; $p = 16{,}7383$; $E = 3{,}343$.

XV. Diamant.

a) Altes Verfahren.

Der allbekannte Regent oder Pitt. Nach **Brisson** [1]). $l = 28{,}1010$; $w = 20{,}1205$ bei $17\frac{1}{2}°$; $v = 7{,}9805$; $e = E$ $= 3{,}521$

		a	b
X.	Quarz	2,655	2,651
XI.	Beryll	2,698	2,691
XII.	Phenakit	2,969	2,961
XIII.	Flufsspath	3,167	3,165
XIV.	Chrysolith	3,342	3,343
XV.	Diamant	3,521	3,535

Berlin den 8. Juni 1862.

IV. *Ueber die Strahlung und Absorption der Wärme durch gasförmige Materie; von J. Tyndall.*

(Schlufs von S. 72.)

§. 8.

Ueber dynamische Strahlung und Absorption.

Die Wärmequelle sowohl als der Compensationswürfel wurden entfernt, und die thermoelektrische Säule wurde dem einen Ende der Versuchsröhre gegenüber gestellt. Es liefs sich leicht einrichten, dafs die kleinen Ungleichheiten in den Strahlungen, welche auf die beiden Flächen der Säule fallen und von Temperatur-Verschiedenheiten in den verschiedenen Theilen des Laboratoriums herrühren, ausgeglichen wurden und die Galvanometernadel auf 0 stand. Die Dämpfe wurden auf die schon beschriebene Weise zugelassen, bis eine Spannung von 0,5 Zoll erreicht war. Dann liefs ich die Luft, welche durch eine Trockenröhre gegangen war, durch eine Oeffnung von constanter Gröfse einströmen. Zwischen der Trockenröhre und der Versuchsröhre waren nämlich zwei Hähne angebracht, von denen der eine immer halb offen gelassen wurde und das Maafs

(*gauge*) für die Zulassung der Luft bildete. Wenn di Röhre ausgepumpt wurde, war der zweite Hahn ganz g schlossen. Wenn die Röhre gefüllt werden sollte, wur derselbe Hahn vollständig geöffnet; der Maafshahn wur dagegen während der ganzen Versuchsreihe nie berührt.

Ehe jedoch die Versuchsmethode auf die angegeben Weise genau festgestellt war, gaben mir einige vorläufig Versuche die folgenden Resultate.

Stickoxydul lenkte beim Einströmen in die Röhre die Nadel in einer Richtung ab, welche eine Erwärmung des Gases anzeigte; ihr Ausschlag betrug 28°, und sie sank dann langsam wieder auf Null.

Nun wurde die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt; das Fortdrängen der ersten Theile des Gases aus der Röhre war so viel Arbeit, geleistet von dem Rest des Gases. Die ser Rest kühlte sich also ab; die ihm zugewandte Seit der Säule strahlte ihre Wärme in das Gas aus und ei

[redacted]

Wärmequelle aufserhalb des gasförmigen Körpers selbst, seine Strahlung und Absorption mit äufserster Genauigkeit bestimmt, und die Wechselbeziehung zwischen beiden Erscheinungen aufs Schlagendste anschaulich gemacht werden kann. Ich hatte mich in der That gerade um diese Zeit mit der Construction eines complicirten Apparates beschäftigt für die Untersuchung der Strahlung der Gase, in der Absicht, dieselbe mit ihrer Absorption zu vergleichen; aber kein derartiger Apparat würde mir Resultate gegeben haben, die sich an Genauigkeit mit denjenigen messen konnten, welche mir die Entdeckung der dynamischen Strahlung und Absorption an die Hand gab. Die folgende Tabelle ist das Ergebnifs einer Reihe von Versuchen in Bezug auf diesen Gegenstand. Der Dampf strömte in jedem Falle so lange ein, bis die Quecksilbersäule einen halben Zoll gefallen war; darauf wurde trockne Luft eingelassen.

	Dynamische Strahlung und Absorption der Dämpfe.	
	Strahlung.	Absorption.
Schwefelkohlenstoff	14°	6°
Iodmethyl	19 ,5	8
Benzol	30	14
Iodäthyl	34	15 ,5
Methylalkohol	36	—
Chloramyl	41	23
Amylen	48	—
Alkohol	50	27 ,5
Schwefeläther	64	34
Ameisensäure	68 ,5	38
Essigäther	70	43

Die parodoxe Aufgabe, die ich angedeutet, ist hiermit gelöst, und es ergiebt sich die Erklärung der aufserordentlichen Wirkung, die sich beim Alkohol- und Aetherdampfe zeigte, wenn trockne Luft in die Versuchsröhre strömte. Ferner gehen dynamische Strahlung und dynamische Absorption Hand in Hand, und wenn wir beide mit einer

früheren Tabelle vergleichen, so werden wir finden, die Reihenfolge der Substanzen in beiden Fällen genau selbe ist, obwohl die eine Reihe von Resultaten mit e aufserhalb des gasförmigen Körpers befindlichen Wä quelle, die andere mit einer Quelle der Erwärmung Abkühlung innerhalb des Körpers selbst erhalten wurd

Ich konnte nicht gut einen halben Zoll meines am st sten wirkenden Dampfes, des Borsäure-Aethers erhal aber $\frac{1}{10}$ Zoll davon, in die Röhre gelassen und dann namisch erwärmt und abgekühlt gab:

Strahlung.	Absorption.
56°	28°

Wenn man sieht, mit welcher erstaunlichen Kraft ei dieser Dämpfe die strahlende Wärme absorbiren, so kö man fragen, wie weit man die Quantität der absorbiren Materie verringern kann, ehe ihre Wirkung unmerk wird? Für jetzt will ich nicht wagen, diese Frage vollstä

er dynamisch erwärmt wurde, gab er einen Ausschlag von 20° [1]).

Nach zweimaligem weiterem Auspumpen und darauf folgender mechanischer Erwärmung erhielt ich Ablenkungen von 14° und 10° respective.

Setzen wir in einer Tabelle jede Ablenkung der Dampfspannung gegenüber, welche sie hervorgebracht, so erhalten wir die folgende Anschauung von dem Versuche:

Spannung in Theilen einer Atmosphäre.	Ablenkung.
$\frac{1}{300}$	56°
$\frac{1}{150} \times \frac{1}{300} = \frac{1}{45000}$	42°
$\frac{1}{150} \times \frac{1}{150} \times \frac{1}{300} = \frac{1}{6750000}$	20°
$\frac{1}{150} \times \frac{1}{150} \times \frac{1}{150} \times \frac{1}{300} = \frac{1}{1012500000}$	14°

Die Luft selbst, welche die Steinsalzplatte an der Säule etwas erwärmt, erzeugt eine schwache Ablenkung von 6 bis 7°. Ich habe absichtlich die Ablenkung von 10° ausgelassen, um zu zeigen, dafs die Wirkung beim Schlufs des Versuches noch im Abnehmen begriffen war, und die constante Wirkung der Luft selbst noch nicht erreicht hatte. Ich lasse daher zwei Nullen in dem Nenner des obigen Bruchs weg, die sehr wohl darin hätten erscheinen dürfen. Das obige Resultat ist immerhin merkwürdig genug; es zeigt, dafs die Strahlung einer Dampfmenge, welche in der Röhre die Spannung von einem Tausendmillionstel einer Atmosphäre noch nicht erreicht, vollkommen mefsbar ist. Man wird sich ebenso erinnern, dafs die Temperatur, welche dieser verschwindenden Quantität von Materie mitgetheilt wird, 0°,75 C. nicht übersteigt.

1) Diefs bleibt sicher hinter der Wahrheit zurück, da mein Assistent aus Versehen drei oder vier Stöfse mit der Luftpumpe that, während die trockne Luft nicht abgeschlossen war, wodurch ein Theil des Dampfes entfernt wurde, welcher bei diesem Stadium des Versuchs hätte gegenwärtig seyn *sollen*.

Diese Versuche, welche ich bei einer späteren Gelegenheit weiter auszuführen gedenke, scheinen uns neue Ideen über die Natur und die Fähigkeiten der Materie zu geben. Ein Platindraht, den man in einem Vacuum durch einen elektrischen Strom weifsglühend macht, wird verhältnifsmäfsig kalt in einer Sekunde nach Unterbrechung des Stromes; und doch war in diesem Drahte im Zustande der Glühhitze eine ungeheure Menge mechanischer Kraft aufgehäuft. Was ist aus dieser geworden? Sie ist weggeführt worden durch eine Substanz von solcher Dünne, dafs ihre Existenz selbst für immer eine Hypothese bleiben mufs. Aber hier haben wir Materie, die wir wiegen, messen, schmecken und riechen, und die wir zu einer solchen Dünne reduciren können, von der, wenn sie auch in Zahlen ausdrückbar ist, die Einbildungskraft sich keinen Begriff mehr machen kann. Dennoch sehen wir sie befähigt, Kräfte ausser Wirksamkeit oder in Thätigkeit zu versetzen, die im Vergleich mit ihrer eigenen Masse fast unendlich zu nennen sind, indem ein kleiner Bruchtheil einer solchen Kraft fähig ist, die Doppelnadel des Galvanometers durch beträchtliche Bogen der Theilung zu bewegen. Wenn wir gewöhnliche ponderable Materie solche Wirkungen erzeugen sehen, so haben wir weniger Schwierigkeit, den Lichtäther mit jenen mechanischen Eigenschaften zu bekleiden,

Kohlenoxyd	19
Kohlensäure	21
Stickoxydul	31
Oelbildendes Gas	63

Ich überzeugte mich auch von der kräftigen Strahlung der folgenden Gase, welche jedoch in unregelmäfsigen Quantitäten angewandt wurden; sie wurden aus einem grofsen Kolben in die Röhre eingelassen, bis eine gleiche Spannung zwischen dem Gase in der Röhre und dem Gase im Kolben sich hergestellt hatte.

		Strahlung	Absorption
Ammoniak	(15 Zoll Spannung)	56°,5	33°,5
Schweflige Säure	(16 » »)	45	24

Betrachten wir einen Augenblick den Zustand unserer Röhre mit ihrem halben Zoll Dampf in dem Augenblick, wo der letztere durch den Zutritt der Luft erwärmt worden ist. Die Gassäule ist ihrer ganzen Ausdehnung nach auf dieselbe Temperatur erwärmt, der elastische Zustand des Lichtäthers ist derselbe für alle Theilchen, ihre Schwingungsperioden sind also alle dieselben. Jedes Molecül ist also in dem Zustande, in welchem es am geeignetsten ist, die Undulationen der benachbarten Theilchen zu absorbiren. Nun haben die Strahlen von solchen Theilchen, welche sich an dem von der Thermosäule am weitesten entfernten Ende der Röhre befinden, einen Raum von beinahe 3 Fufsen zu durchdringen, bevor sie die Säule erreichen; und dieser Raum ist theilweise mit Molecülen gefüllt, die das eben angedeutete Verhalten zeigen. Es mufs also eine sehr bedeutende Absorption eintreten und wir können uns sogar die Röhre so lang denken, dafs ihr vorderer Theil einen Dampfschirm bildet, der vollkommen undurchdringlich ist für die von dem hinteren Theile ausgehende Strahlung. Wenn wir Aether mit ölbildendem Gase vergleichen, so ist es, denke ich, klar, dafs die strahlenden Punkte des verdünnten Dampfes, welcher die Quecksilbersäule um 0,5 Zoll herabdrückt, weiter von einander abstehen, als

diejenigen des Gases, insofern die Spannung des letzteren 60mal so grofs ist, als die des ersteren. Der Strahlung der entfernten Aethertheilchen gegen die Säule ist also ein weiteres Thor gelassen, als denjenigen des ölbildenden Gases. Ja beim Dampf könnte die ganze Länge der gasförmigen Materie zur Strahlung beitragen, beim Gase nur ein Theil. Schneiden wir den nicht wirksamen Theil der Gassäule ab, so vermindern wir ihre Wirkung nicht; schneiden wir aber eine gleiche Länge der Dampfsäule ab, so können wir ihre Wirkung wesentlich verringern. Allgemein gesprochen, wenn wir die Aethersäule und die des Gases um dieselbe Länge verkürzen, so wird sich die Verringerung der Ausstrahlung am bemerkbarsten in dem Falle machen, wo die strahlenden Punkte am weitesten aus einander liegen. In einer langen Röhre können deshalb die Dämpfe im Betrage ihrer Ausstrahlung die Gase übertreffen, während in einer kurzen Röhre das Gas den Dampf übertreffen kann. Diese Schlufsfolgerung *a priori* scheint vollkommen strenge zu seyn, und wird durch das Experi-

Somit ist bewiesen, dafs in einer langen Röhre die dynamische Strahlung der Dämpfe diejenige des ölbildenden Gases, in einer kurzen Röhre dagegen die dynamische Strahlung des Gases diejenige der Dämpfe übertrifft. Der Beweis der Richtigkeit der obigen theoretischen Schlufsfolgerungen ist hiermit vollständig geliefert.

§. 9.

Der Apparat, mit welchem diese Versuche gemacht sind, ist zu verschiedenen Zwecken anwendbar. Mit einer Compressionspumpe verbunden, kann er dazu dienen, die Beziehung zwischen der bei der Verdichtung eines Gases aufgewandten mechanischen Kraft, und der erzeugten Wärme genau festzustellen. Wäre Luft der comprimirte Körper, so könnte die Umwandlung der lebendigen Kraft in Wärme durch ein Bischen Dampf, das immer in der Röhre gelassen wurde, angezeigt werden; während die Molecüle eines zusammengesetzten Gases für sich selbst sprechen würden.

Vor einigen Jahren fand eine Discussion zwischen Prof. Challis und Prof. Stokes über Laplace's Correction für die Schallgeschwindigkeit statt, indem Prof. Challis behauptete, dafs diese Correction insofern keine Berechtigung habe, als die durch locale Compression einer Luftmasse von unendlicher Ausdehnung erzeugte Wärme sofort durch Strahlung verbraucht würde. Versuche, so schlofs er, welche in begränzten Gefäfsen vorgenommen werden, geben keine Anhaltspunkte für Schlüsse in Bezug auf das, was in der Atmosphäre vorgeht, wo die erzeugte Wärme einen unbegränzten Raum hat, in dem sie sich verlieren kann. Obgleich unsere Röhre mechanisch geschlossen ist, so bietet sie doch, was Wärmestrahlung anbetrifft, die Bedingung der unbegränzten Ausdehnung nach einer Richtung, und wir haben aufserdem die Mittel, den Flufs (*flux*) der Wärme in dieser Richtung zu messen. Was für eine Richtung wahr ist, mufs es für alle seyn, sodafs unser Apparat uns darüber aufklären wird, was in der freien Luft vorgeht. Nun dauert aber bei den kräftigst ausstrahlenden

Gasen, die ich untersucht habe, die Strahlung eine merkliche Zeit fort, während die Wärme, welche die Luft beim Einströmen in die Röhre aufnimmt, oft die Quelle von Unbequemkeiten ist, in Folge der Unfähigkeit der Luft sie durch Ausstrahlung wieder zu verlieren. Die Frage ist also experimentell zu Gunsten von Laplace und seinem Vertheidiger entschieden.

Ich möchte hier einen Augenblick verweilen bei diesem verhältnifsmäfsigen Mangel an Ausstrahlungsvermögen, bei der Luft und den Gasen im Allgemeinen. Die Luft ist die einzige Wärmequelle, welche in unseren Versuchen über dynamische Strahlung die Dämpfe erwärmt hat; sie verhält sich zu ihnen geradeso wie eine heifse polirte Metallfläche zu dem Firnifsüberzug, welcher sie in einen Ausstrahler verwandelt. Die Luft und das Metall — beides Elemente oder Mischungen von Elementen — sind beide unfähig, dem Lichtäther Bewegung mitzutheilen, ohne die Dazwischen-

Ferner, wenn, wie alle Thatsachen beweisen, Strahlung und Absorption complementäre Acte sind, von denen der eine in einem Mittheilen, der andere in einem Aufnehmen besteht, und von denen der eine dem andern proportional ist, — so kann keine Coincidenz zwischen der Schwingungsdauer eines erhitzten Körpers und der von Sauerstoff, Wasserstoff oder Luft einen dieser Körper zu einem guten Absorbenten machen. Die Form des Atoms oder irgend eine andere Eigenschaft als die Schwingungsdauer mufs bei der Frage der Absorption in's Spiel kommen. Es ist physikalisch unfähig Bewegung mitzutheilen, und daher in gleichem Grade unfähig, Bewegung anzunehmen. Die Neutralität der einfachen Gase bei unseren Versuchen über Absorption rührt nicht daher, dafs wir zufällig eine Wärmequelle gewählt haben, deren Schwingungsperioden nicht synchronisch sind mit denen des Gases; sie könnten noch so synchronisch seyn, das Gas würde dennoch ein schlecht absorbirendes seyn. Denn selbst dann, wenn die Bewegung, welche ihre eigene Absorptionskraft sie nicht befähigt anzunehmen, ihnen mechanisch eingeprägt, oder durch Berührung mitgetheilt wird, so sind sie dennoch unfähig, dieselbe auf den Lichtäther zu übertragen, der alle Schwingungen in gleicher Weise annimmt.

§. 10.

Wohlgerüche und Gerüche im Allgemeinen haben schon lange die Aufmerksamkeit nachdenkender Beobachter erregt; man hat sie als Lieblingsillustrationen für die Theilbarkeit der Materie benutzt. In den Werken des berühmten Robert Boyle sind mehrere Capitel diesem Gegenstande gewidmet, und bedeutende Männer in allen Ländern haben sich mehr oder minder in Speculationen ergangen über die aufserordentliche Kleinheit der materiellen Theilchen, welche fähig sind, einen merkbaren Effect auf unser Geruchsorgan hervorzubringen.

Ein solcher Gegenstand würde natürlich an und für sich eine ausgedehnte Untersuchung verdienen, welche vorzu-

nehmen jedoch ganz aufser meiner Macht liegt. Ich glaube aber, dafs unser bisher gebrauchter Apparat es uns möglich macht, die Frage in einer bis jetzt nicht ausführbaren Art vorzunehmen.

Ich verschaffte mir eine Anzahl trockner [1]) aromatischer Pflanzen, und steckte sie, Blätter und Blüthen, in Glasröhren von 18 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser. Mittelst meiner zweiten Luftpumpe pumpte ich eine Zeit lang trockne Luft über dieselben, um den etwa anhängenden Staub zu entfernen. Dann wurden sie mit der Versuchsröhre verbunden, die auf die in §. 1 beschriebene Weise mit der Wärmequelle verbunden war. Die Röhre wurde zuerst leer gepumpt, und die Nadel auf 0° gebracht, dann wurde die Röhre mit trockner Luft gefüllt, welche über die Pflanzen geströmt war. Die dadurch hervorgebrachte Ablenkung wurde notirt und aus ihr die durch die wohlriechenden Dünste veranlafste Absorption hergeleitet. Thymian, so be-

Pachouli	30
Sandelholz	32
Geranium	33
Nelkenöl	33,5
Rosenöl (Otto of Roses)	34,5
Bergamot	44
Neroli	47
Lavendelöl	60
Citronenöl	65
Portugal	67
Thymian	68
Rosmarin	74
Loorbeeröl	80
Kassiaöl	109

Es wäre interessant, die absoluten Gewichte dieser Substanzen zu kennen, welche solche Wirkungen hervorbringen; aber ich glaube dieſs ist eine Aufgabe, welche die Chemie nicht zu lösen im Stande ist. In Vergleich mit der Luft, welche ihren Geruch in die Röhre brachte, muſs ihr Gewicht fast unendlich klein seyn; und doch finden wir, daſs die wenigst energisch wirkende unter ihnen, die Luft 30mal, die am stärksten wirkende die Luft 109mal an Effect übertrifft.

Was die Absorption der strahlenden Wärme betrifft, so mag die Ausdünstung eines Blumenbeets kräftiger wirken als die ganze darüber befindliche Atmosphäre.

Nach der Untersuchung jedes einzelnen Parfüms wurde ein Strom trockner Luft an dem einen Ende der Röhre eintreten lassen, während die Luftpumpe in Verbindung mit dem andern Ende in Thätigkeit versetzt wurde, bis die Nadel auf den Nullpunkt zurückkehrte. Dieſs dauerte oft lange Zeit; der Geruch hing mit solcher Hartnäckigkeit an dem Apparate, daſs sogar, nachdem die Nadel auf 0 gegangen war, bei starken Gerüchen einige Minuten Aussetzen des Pumpens hinreichten, die riechende Substanz aus ihrem Versteck in den Ritzen und Hähnen des Apparates hervor-

zubringen und beinahe die ursprüngliche Ablenkung wieder zu erhalten. Wie grofs die Quantität solcher Rückstände seyn mag — das zu fassen, mufs der Fantasie überlassen bleiben. Wenn man sie trillion- oder quadrillionmal nähme, so würden sie wahrscheinlich die Dichtigkeit der Luft noch nicht erreichen.

Da ich fürchtete, dafs die Wirkung von kräftigen Parfümen diejenige der schwächeren, welche *nach* ihnen untersucht wurden, stören möchte, so machte ich eine Reihe von Versuchen mit den folgenden Essenzen und erhielt die angegebenen Resultate:

Kamillenblüthen	87
Nardenöl	355
Anis	372

Nachdem ich diese ungeheuren Wirkungen erhalten hatte, wiederholte ich den Versuch mit Bergamot und fand seine Wirkung genau gleich der früher gefundenen.

pen die Röhre etc. von dem Moschus zu befreien. Er kann nicht flüchtig seyn, denn eine Quantität Aether, die eine weit gröfsere Wirkung als der Moschus hervorbringt, kann leicht entfernt werden, während die Hähne und Verbindungsstücke der Luftpumpe in einer Sodalösung gekocht werden mufsten, ehe sie nach den Versuchen mit dieser Substanz wieder zum Gebrauche geeignet wurden.

Zwei Versuche mit gewöhnlichem Zimmet, bei welchen Stücke dieser Substanz in eine Röhre gebracht und trockne Luft darüber geleitet wurde, gaben eine Absorption von

53.

Verschiedene Sorten Thee wurden auf dieselbe Weise behandelt und gaben Absorptionen, die zwischen 20 und 28 variirten.

Bei den Versuchen mit Thee, Zimmet, Moschus und den schon erwähnten wohlriechenden Pflanzen, wurde immer erst eine Zeit lang ein trockner Luftstrom über sie geleitet, ehe sie der Untersuchung unterworfen wurden. Dennoch kann eine kleine Menge Wasserdampf mit den Gerüchen in die Röhre getreten seyn und so den Resultaten bis zu einem gewissen Grade einen gemischten Charakter gegeben haben.

§. 11.

Ozon.

In meiner letzten Abhandlung habe ich kurz die Wirkung des Ozons berührt; allein, da die damaligen Versuche in einer Messingröhre ausgeführt waren, so mufste ich sehr wünschen, sie in einer Röhre zu wiederholen, welche von dieser absonderlichen Substanz nicht angegriffen wird. Versuche, die ich am 16., 17. und 18. Juli anstellte, überzeugten mich, dafs ich die Wirkung derselben, als eines Absorbens für strahlende Wärme nicht überschätzt hatte.

Bei meinen ersten Versuchen bediente ich mich grofser Elektroden, um den Leitungswiderstand des zu zersetzenden Mediums zu verringern. Das so erhaltene Gas war nur wenig verschieden von gewöhnlichem Sauerstoff.

Dieses Jahr bediente ich mich dreier Zersetzungszellen: in der ersten (No. 1) hatten die Platinplatten ungefähr 4 Quadratzoll Oberfläche, und waren, um Raum zu ersparen, aufgerollt; die Platten der zweiten (No. 2) hatten 2 Quadratzoll Oberfläche, während jede Platte der dritten (No. 3) nur 1 Quadratzoll grofs war. Zahlreiche Versuche, welche ich mit diesen anstellte, gaben mir die folgenden constanten Resultate:

Von den Platten	Absorption durch den elektrolytischen Sauerstoff
No. 1	20
No. 2	34
No. 3	47

Eine Reihe von Versuchen, die ich am folgenden Tage machte, ergab:

No. 1	21
No. 2	36
No. 4	47

Quantität Ozon, deren numerische Bestimmung alle Versuche des Chemikers vereitlen würde, einen Effect erzeugen kann, so ungeheuer im Vergleich mit dem des gewöhlichen Sauerstoffs.

§. 12.

Alle bisher erwähnten Resultate waren bereits erhalten, als ich in De la Rive's vortrefflichem Handbuch eine Erwähnung der Versuche des Hrn. Meidinger über Ozon fand. Ich hatte nie zuvor eine Erwähnung dieser Untersuchung gehört, und war erfreut, darin den Bericht über eine höchst interessante Arbeit zu finden.

Hr. Meidinger beginnt damit nachzuweisen, wie bei der Zersetzung des Wassers Theorie und Experiment nicht übereinstimmen; die Abweichung zeigte sich sehr entschieden darin, dafs eine geringere Quantität Sauerstoff sich entwikkelte, *wenn der Strom stark war.* Durch Erhitzen seines Elektrolyten verschwand der Unterschied und die richtige Menge Sauerstoff entwickelte sich. Er vermuthete sogleich, dafs der Mangel an Sauerstoff von einer Ozonbildung herrühre; aber in welcher Art — das blieb noch zu bestimmen. Läge der Grund in der grofsen Dichtigkeit des Ozons in der Röhre, welche den Sauerstoff aufnimmt, so würde die Zerstörung des Ozons durch Wärme das wahre Volum des Sauerstoffs wiederhergestellt haben. Bei verschiedenen Maafsbestimmungen aber ergab sich bei einer Erwärmung, die das Ozon zerstörte, keine Aenderung des Volums, und Hr. Meidinger schlofs daraus, dafs die Abweichung, die er gefunden, nicht von Ozon herrührte, das mit dem Gase selbst gemischt war. Er schlofs endlich, und bewies seine Schlüsse durch hinreichende Versuche, dafs der Verlust an Sauerstoff veranlafst wird durch die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd, welches sich in der Flüssigkeit löst und so dem elektrolytischen Gase entzogen wird. Er wurde weiter darauf geführt, mit Elektroden von verschiedener Gröfse zu experimentiren, und fand, dafs der Verlust an Sauerstoff beträchtlicher war bei einer kleinen, als bei grofsen

Elektroden, woraus er schloſs, daſs die Bildung des Ozons erleichtert werde durch die Dichtigkeit (*density*) des Stroms an der Stelle, wo Elektrode und Elektrolyt sich berühren. Nichts konnte verschiedener seyn, als die Methode des Hrn. Meidinger und diejenige, durch welche ich zu demselben Schlusse gelangte, und obwohl ich keinen Zweifel an der Genauigkeit meines Apparates habe, so war es doch angenehm, seine Angaben auf eine so merkwürdige und unerwartete Art bestätigt zu finden. Ich kann noch zufügen, daſs seitdem ich die Abhandlung des Hrn. Maidinger gelesen, ich seine Versuche mit meinen Zersetzungszellen wiederholt und gefunden habe, daſs diejenigen, welche mir die gröſste Absorption ergaben, auch den gröſsten Mangel in dem Volum des entwickelten Sauerstoffs zeigten.

Die Quantitäten Ozon, mit denen ich gearbeitet habe, müssen durch gewöhnliche Mittel vollständig unmeſsbar seyn; seine Wirkung ist ähnlich der von ölbildendem Gase oder

der Zerstörung des Ozons führte ich das Gas einmal ohne weiteres Trocknen in die Versuchsröhre; dann schaltete ich zwischen der Stelle, wo das Gas erwärmt wurde, und der Versuchsröhre eine trockne Röhre ein. Bis jetzt bin ich nicht im Stande gewesen, mit Sicherheit einen Unterschied zwischen dem getrockneten und ungetrockneten Gase zu entdecken. *Vor* dem Erwärmen war der elektrische Sauerstoff sorgfältig getrocknet worden; wenn die Erwärmung Wasserdampf erzeugt hat, so kann ich nur sagen, dafs die experimentellen Mittel, deren ich mich bedient habe, nicht fähig waren, ihn anzuzeigen. Für jetzt bin ich also der Ansicht, dafs Ozon erzeugt wird durch das Zusammenpacken der Sauerstoffatome in oscillirende Gruppen, und dafs die Hitze das Band der Vereinigung löst und den Atomen erlaubt, allein zu schwingen, wodurch ihnen die Fähigkeit benommen wird, die Bewegung entweder aufzuhalten oder zu erzeugen, welche sie als *Systeme* aufzuhalten oder zu erzeugen im Stande waren.

Berichtigungen zur ersten Hälfte dieses Aufsatzes.

S. 2 Z. 13 v. o. lies: von 15° statt um 15°
S. 2 Z. 14 v. u. ist *(vertical?)* zu streichen
S. 4 Z. 9 v. u. lies: die statt eine
S. 6 Z. 17 und 19 v. o. lies: Bimssteinstücken
S. 6 Z. 15 v. u. lies: 15″ Quecksilber
S. 12 Z. 11 v. o. lies: Nullpunkt statt Mittelpunkt
S. 14 Z. 1 v. u. lies: eingelassen statt eingeschlossen
S. 19 Z. 14 v. u. lies: 95 statt 93.

V. *Ueber den Einfluſs der Gebirge auf die Winde des angränzenden Flachlandes;*

von W. C. Wittwer.

Seit langer Zeit kennt man die Thatsache, dafs der Wind sich an manchen Orten während der verschiedenen Tageszeiten ändert; es brauchen hier nur die allgemein bekanten Land- und Seewinde angeführt zu werden. Aber auch im Innern der Continente fern von jeder gröfseren Wasserfläche begegnet man solchen Erscheinungen und besonders sind es die Gebirgsgegenden, die sich in dieser Beziehung auszeichnen. Manche Bergwinde, wie z. B. die Bora, sind sogar mit eigenen Namen bedacht und viele Bewohner der Gebirge, deren Beschäftigung wie die der Jäger auf Berücksichtigung der Winde hinweist, kennen sehr gut die Luft-

hängigen Flachlande die grofsen Strömungen der Luft von Südwest nach Nordost und umgekehrt die hervorragenden, und die im Nachstehenden besprochenen sind nur in der Weise zu betrachten, wie man es etwa mit den Ornamenten in Beziehung auf den ganzen Bau zu thun gewohnt ist. In dem einem Gebirge nahen Festlande sind die Windverhältnisse im grofsen Ganzen von den anderweitigen nicht verschieden, aber daneben findet man noch mehr oder weniger beträchtliche Modificationen dieses grofsen Ganzen.

Wäre im Flachlande für sich beständig Windstille, so würde die Ermittelung des Gebirgseinflusses sehr einfach seyn, denn es würde in diesem Falle ein Wind erregt, der entweder von der Beobachtungsstation zum Gebirge oder von diesem zur Station ginge. Sind jedoch schon andere Winde vorhanden, so werden diese nur modificirt. Erregt z. B. das Gebirge einen Südwind, so mufs nach dem Satze vom Parallelogramme der Kräfte die Gesammtbewegung der Luft eine mehr südliche werden, als sie aufserdem seyn würde. Soll die Rechnung strenge durchgeführt werden, so ist nothwendig, dafs die Geschwindigkeit der bewegten Luft bekannt sey; allein da diese Bedingung an keinem Orte der Erde erfüllt ist, so soll im Nachstehenden angenommen werden, dafs alle Winde gleich stark seyen, eine Annahme, wegen welcher sich zu verantworten kaum nothwendig seyn wird, da sie gegenwärtig sämmtlichen Untersuchungen über die Winde zu Grunde liegt.

Bekanntlich kann man nach dem von Lambert vorgeschlagenen Verfahren die Winde als Kräfte darstellen, welche die Atmosphäre eines Ortes zu verrücken streben, und es läfst sich derjenige Wind bestimmen, der für sich allein dieselbe Wirkung ausüben würde, als alle beobachteten Winde zusammen, denn man braucht nur nach den Gesetzen von der Zusammenlegung der Kräfte die Resultirende der einzelnen Seitenkräfte zu suchen. Dieses Verfahren benutzte ich insofern, als ich zwar die Componirenden aber nicht den mittleren Wind bestimme. Hat z. B. ein Ort im Süden oder Norden ein Gebirge, dessen Einflufs zu be-

stimmen ist, so suche ich die Projectionen auf die Südnordrichtung, da das Gebirge nur auf diese eine Aenderung hervorbringt, während die Ostwestprojectionen davon nur wenig oder gar nicht afficirt werden. Bezeichnet man mit A, B, C... die Summe der beobachteten Nord-Nordost-... winde, so ist:

$(S-N = E-A+(D+F-B-H)\cos 45°$ und
$(S-W-NO)\ F-B+(G+E-A-C)\cos 45°$.

Je gröfser die Zahl der beobachteten Winde ist, um so bedeutender wird die Summe der berechneten Projectionen seyn. Um ein einheitliches Maafs einzuführen, gelten im Nachstehenden diejenigen Projectionen, welche neunzig Beobachtungen entsprechen, die sich also entziffern, wenn man ein Vierteljahr hindurch täglich Beobachtungen macht. Ist n die Zahl sämmtlicher Windbeobachtungen, p die arithmetische Summe der daraus berechneten Componirenden

A. Bogenhausen.

Die Beobachtungen über die Windverhältnisse von Bogenhausen sind von Lamont (Annalen für Meteorologie und Erdmagnetismus I — XII, Annalen der Königl. Sternwarte bei München I — XII, und monatliche und jährliche Resultate der an der Königl. Sternwarte bei München von 1825 bis 1856 angestellten Beobachtungen) veröffentlicht. Man findet die Beobachtungen für alle geraden Stunden des Tages und der Nacht aus den Jahren 1843 bis 1846 und für die geraden Stunden des Tages (8^h M. bis 6^h A.) aus den Jahren 1847 bis 1857. Bogenhausen liegt auf der bayerischen Hochebene fern von erheblichen Bergen und nördlich von der von Ost nach West ziehenden Alpenkette. Der Raumersparnifs wegen habe ich mich im Nachfolgenden stets auf die Untersuchung von Winter (December bis Februar), Sommer und das ganze Jahr beschränkt. Die Resultate der Beobachtungen sind folgende:

Beobachtungsstunde	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Stille
				Winter.					
Morgens 2^h	6	24	49	16	1	56	78	1	63
4	6	19	40	9	8	62	87	1	67
6	2	26	41	17	11	87	110	7	47
8	22	102	176	126	84	356	335	55	98
10	21	116	206	119	63	307	355	66	99
12	25	171	221	82	37	249	369	75	93
Abends 2	39	226	212	80	29	209	384	91	84
4	45	216	212	85	33	224	370	90	79
6	23	154	222	66	48	213	387	60	136
8	2	29	45	18	8	71	72	—	52
10	1	33	45	18	4	64	68	4	50
12	2	31	53	12	6	63	79	—	49
				Sommer.					
Morgens 2^h	4	13	31	16	7	122	106	4	60
4	3	17	14	13	8	196	52	10	55
6	1	23	16	17	5	243	27	11	22
8	33	85	182	88	36	411	377	100	68
10	50	125	222	69	17	287	400	161	49
12	86	170	197	46	13	225	404	208	31
Abends 2	123	243	154	45	12	180	365	223	35
4	121	246	143	29	11	186	334	264	45
6	110	236	147	51	23	184	339	211	78
8	5	70	29	21	1	140	62	18	21
10	6	33	29	23	8	126	81	4	55
12	6	16	34	12	10	131	97	5	55

Beobachtungsstunde	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Stille
					Jahr.				
Morgens 2h	17	94	196	74	17	388	357	13	226
4	13	98	121	62	26	485	326	26	241
6	9	101	109	89	39	641	271	51	129
8	114	412	747	421	232	1506	1368	326	350
10	151	552	922	376	141	1102	1493	454	286
12	229	748	919	287	99	887	1469	570	239
Abends 2	310	988	826	262	79	749	1426	637	200
4	330	997	806	248	88	733	1358	676	241
6	270	887	845	244	121	797	1335	542	491
8	13	230	167	71	20	375	299	60	155
10	14	154	171	98	28	363	317	33	187
12	17	116	183	76	26	385	347	26	204

Berechnet man aus diesen Beobachtungen die Componirenden (S — N) und (W — O), so erhält man nachstehendes Resultat:

Beobachtungs-	Winter	Sommer	Jahr

zum Morgen den alten Stand einzunehmen [1]). Die Aenderung der Projectionssummen beträgt, wenn man nur die Beobachtungsstunden berücksichtigt, und davon absieht, dafs die wahren Extreme daneben fallen können, im Winter 21,38 Einheiten, im Sommer 61,18, im Jahresdurchschnitte 39,46, welch letzterer Werth von dem arithmetischen Mittel der beiden ersteren nicht allzuweit abweicht. Die Gröfse der Aenderung ist also abhängig von der Länge der Tage und wenn auch wegen mangelnder Beobachtungen über die Intensität der Winde das Gesetz, nach dem die Aenderungen vor sich gehen, nicht festgestellt werden kann, so wird es wohl nicht unrichtig seyn, wenn man annimmt, die Wirkung und mit ihr die Ursache der Aenderung sey im Sommer gröfser als im Winter. Wenn die Aenderung im Winter 21,38, im Sommer 61,18 Einheiten beträgt, so glaube ich annehmen zu können, dafs die diese Aenderung bewirkende Ursache im Sommer mächtiger wirke als im Winter; es wäre aber zu weit gegangen, anzunehmen, dafs beide Ursachen sich verhalten, wie 21,38 zu 61,18. Eine derartige Bestimmung liefse sich nur machen, wenn die jeweilige Geschwindigkeit der Strömungen bekannt wäre. Das Morgenmaximum der Südwinde ist im Winter um 8^h, im Sommer um 4^h, und es ergiebt sich daraus eine sehr deutliche Analogie mit dem Gange der Tagestemperatur; doch treten bei dieser die beiden Extreme etwas früher auf.

Die vorstehende Erscheinung dürfte sich wohl sehr schwer oder gar nicht als eine allgemeine auf der Erde oder doch wenigstens auf unserer Halbkugel stattfindende nachweisen und erklären lassen, und es mufs daher die zu Bogenhausen beobachtete Aenderung der Winde als von Localverhältnissen abhängig angenommen werden. Sucht man in der Gegend südlich und nördlich von München

1) Im Winter scheint noch ein zweites Minimum um 2^h Morgens zu seyn; da aber die andern Jahreszeiten nicht deutlich dafür sprechen, wie überhaupt die Aenderungen in der Nacht nicht sehr deutlich sind, und da mir von den andern Stationen keine Nachtbeobachtungen bekannt sind, so soll diese zweite Periode für jetzt nicht weiter untersucht werden.

nach dem Gegenstande, der die in der Meridianrichtung stattfindende Aenderung der Winde hervorruft, so kann man diesen nur in dem südlich liegenden Gebirge finden, da der Norden nichts besonderes nachzuweisen hat. Vom Morgen an erhöht sich die Zahl der gegen das Gebirge ziehenden Winde, Abends nimmt sie wieder ab, und das Gebirge steht daher zu dem anliegenden Flachlande in derselben Beziehung, in der wir das Küstenland gegen das Meer finden. Das Gebirge entspricht der Küste, das Flachland dem Meere und die vorstehende Aenderung des Windes ist dem Uebergange des Landwindes in Seewind und umgekehrt analog.

Denkt man sich um die Erde eine ideale Sphaeroïdfläche, deren Radius um ein Paar tausend Fufs gröfser ist, als der wirkliche der Erde, so geht diese durch einen Ocean von Luft, aus dem wie Inseln aus dem Meere die Gebirge hervorragen. Auf diesen Inseln mufs bei der Insolation eine

ander liegen (im Sommer 10 Stunden) und weil die Veränderung auch hier in den Morgenstunden am bedeutendsten ist, so bleibt für die Nachmittagsstunden nur wenig übrig.

Die Localverhältnisse der Umgebung von München bieten keinen Anhaltspunkt zur Erklärung dieser Erscheinung, da im Osten dasselbe Flachland ist, wie im Westen; dafür haben wir einen solchen am Himmel im Laufe der Sonne. Am Morgen liegen die wärmeren Gegenden östlich, am Nachmittag westlich von einem gegebenen Beobachtungsorte; da aber die Luft auf der Erdoberfläche stets dem wärmeren Orte zuströmt, so mufs auch die Zahl der in der Ostwestrichtung ziehenden Winde mit dem Stande der Sonne sich ändern: die Ostwinde werden im Laufe des Tages zunehmen, und weil sich bis zum Morgen der ursprüngliche Stand wieder herstellen mufs, denn sonst würden am Ende die Westwinde ganz ausbleiben, so werden in der Nacht die letzteren wieder zahlreicher. Da sich gegen diese Sätze von physikalischer Seite schwerlich viel einwenden läfst, so dürfte es zur Zeit wohl gestattet seyn, anzunehmen, dafs die in München beobachtete Aenderung der Ostwestwinde wenigstens zum Theile auf den Lauf der Sonne zurückzuführen sey; aber anders würde sich die Sache gestalten, wenn man die Norm aufsuchen wollte, nach der die Aenderung vor sich geht, denn hier wirkt offenbar die Masse vieler in östlicher Richtung liegender Landstriche gegen die der westlichen; alle haben gleichzeitig verschiedene Tageszeiten also auch verschiedene Temperaturen, und wirken aus verschiedener Entfernung, so dafs es wohl schwer seyn dürfte, alle diese Verhältnisse auseinander zu suchen. Es ist übrigens auch das Gebirge hiebei thätig. Wäre südlich von München ein einziger Berg, so wäre nicht denkbar, wie dieser auf die Ostwestwinde einen Einflufs ausüben sollte; aber die Alpen sind nicht ein Berg, sondern eine von Ost nach West ziehende Kette. Am Vormittage wird der östlich von München gelegene Theil *am meisten* wirken, Nachmittags der westliche

und es wird daher in der ersteren Tageszeit ein Nordwestwind in der zweiten ein Nordostwind hervorgerufen, deren Projectionen sich natürlich unter die der übrigen Ostwestwinde mischen.

Da die Sonne Mittags südlicher steht als Morgens, so könnte man versucht seyn, auch die Aenderung der Südnordwinde dem wechselnden Sonnenstande zuzuschreiben; allein bei näherer Betrachtung wird man finden, dafs die Annahme, es könne die beobachtete Aenderung der Südnordwinde auch ohne die Alpen stattfinden, unzulässig ist, denn in einem Flachlande ist die Temperaturdifferenz unter verschiedenen Breiten gelegener Orte lange nicht so bedeutend, als die solcher, deren Länge also deren Tageszeit verschieden ist; und da die Temperaturdifferenzen die Grundlage der Winde sind, könnte hier nur eine ganz unbedeutende Aenderung hervorgerufen werden. Die Beobachtung zeigt jedoch, dafs die Ostwestwinde lange nicht so

Beobachtungsstunde	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				Sommer.				
7h	23	90	69	92	60	231	252	101
2	78	225	57	24	25	146	234	131
9	53	172	58	57	53	171	272	84
				Jahr.				
7h	77	471	245	433	243	953	899	327
2	212	873	216	212	166	702	865	405
9	167	708	216	261	220	768	1018	293

Die aus diesen Beobachtungen abgeleiteten Projectionen sind:

Beobachtungsstunde	Winter		Sommer		Jahr	
	(S—N)	(W—O)	(S—N)	(W—O)	(S—O)	(W—O)
7h	15,44	25,47	12,78	28,34	14,35	22,69
2	7,65	21,19	—18,05	19,25	— 7,48	16,38
9	10,47	26,25	— 1,94	22,73	1,80	21,37

Die Vergleichung dieser Ziffern mit den Resultaten der Münchener Beobachtungen ergiebt, dafs der Charakter der Aenderung der Winde an beiden Orten derselbe sey; am Tage nehmen die Nordwinde wie die Ostwinde zu. Hohenpeifsenberg liegt wie München nördlich von den Alpen und dort geht wie hier die Sonne im Osten auf. Trotz dieser allgemeinen Aehnlichkeit, ist das Verhalten des Windes nicht an beiden Orten das nämliche. Die Verschiedenheiten beider Orte in Bezug auf die Südnordwinde sind vorzugsweise folgende:

1) Die absolute Gröfse der Aenderung der Winde ist in München bedeutender als in Hohenpeifsenberg.
2) Die Aenderung von 7h bis 2h ist, im Vergleiche zu Bogenhausen, auf dem Peifsenberge verhältnifsmäfsig gröfser als von 2h bis 9h.

Der Peifsenberg ist selbst ein Berg und wird wenn auch seiner geringeren Masse entsprechend in geringerem Grade als die Alpen doch mit einiger Stärke seinen Einfluſs auf

die Winde der Gegend ausüben, und das Flachland zwischen Hohenpeifsenberg und den Alpen wird sich in den Einflufs beider theilen. Die Südseite des Peifsenberges sucht die Luft zu einer Bewegung zu veranlassen, welche an dem Abhange in die Höhe geht, also eine Richtung von Süd nach Nord hat, während die Nordseite des Berges den entgegengesetzten Einflufs hat. Die Südseite wird mehr erwärmt, ihr Wind wird daher verschlagen und es resultirt daher, dafs von der Nordseite wie von der Südseite Winde an dem Gipfel zusammentreffen, von denen die südlichen stärker sind. Ohne den Berg würden also auf der Station Mittags weniger Südwinde seyn und die Gröfse der Projectionen würde sich daher ändern, wenn man die Bergwirkung abziehen könnte. Setzen wir diese zu sechs Einheiten, so würde die Projectionssumme im Jahresdurchschnitte — 13,48 betragen, und die Aenderung von 7^h—2^h würde 27,83, die von 2^h—9^h würde 14,28 betragen. Die

Berges selbst eine geringere Aenderung der Windrichtung wahrnehmen, als diese in München beobachtet wird.

Auch in Beziehung auf die Ostwestrichtung findet man die Verschiedenheiten:

1) Die absolute Gröfse der Aenderung ist in Hohenpeifsenberg kleiner als in München.
2) Die Vormittagswirkung ist wenigstens im Jahresdurchschnitte verhältnifsmäfsig gröfser als die Aenderung des Nachmittags.

Die Aenderung der Ostwestwinde rührt von den Wärmeunterschieden her, welche an Orten verschiedener Länge durch die Verschiedenheit der Tageszeit bedingt wird. In der Höhe wechselt die Temperatur im Laufe des Tages weniger als in der Tiefe[1]), mehrere neben einander liegende Punkte von ungleicher Länge unterscheiden sich hinsichtlich der Wärme in der Höhe weniger als unten, und darum mufs auch die von der geringeren Wärmedifferenz abhängige Luftströmung oben kleiner seyn.

Bestrahlt die Sonne am Vormittage den Berg, so wird sie auf der Morgenseite einen Ostwind, auf der Abendseite einen Westwind erregen, die auf dem Gipfel sich treffen, von denen aber der Ostwind der stärkere ist. Auch die Sonne hilft vom Morgen an zu den Ostwinden, sie wird also von dem Berge unterstützt, und ohne diesen würde die Aenderung von $7^h - 2^h$ noch kleiner. Bis zum Abend stellt sich, da die Sonne Nachmittags die Westwinde begünstigt, das ursprüngliche Verhältnifs wieder her. Würden sich (also nach Abzug der Bergwirkung) die Projectionen von $7^h - 2^h$ nur von 22,69 auf 19,38 statt auf 16,38 ändern, so wäre die ganze Aenderung nur 3,31 Einheiten, und wenn sich bis 9^h das ursprüngliche von 21,37 wieder herstellen würde, da mittlerweile die Bergwirkung aufgehört hat, so würde sich die Aenderung $2^h - 9^h$ auf 1,99 Einheiten belaufen, und die Vormittagsänderung wäre im Verhältnifs zu der Nachmittagsänderung gröfser, wie dieses

1) Dove in den Tabellen und amtlichen Nachrichten über den preufsischen Staat V.

auch in München stattfindet. Ich muſs übrigens darauf aufmerksam machen, daſs mit dieser Erklärung der Thatsache noch nicht alle Einwürfe gehoben sind, denn der Sommer bietet die umgekehrte Erscheinung, weil dort die Nachmittagsänderung verhältnifsmäſsig kleiner ist, und es müssen daher noch weitere Einwirkungen stattfinden, die ich jedoch zur Zeit nicht kenne.

C. *Mailand.*

Von Mailänder Windbeobachtungen sind mir nur drei Jahrgänge bekannt: zwei davon (1842 und 1843) mit den Beobachtungsstunden 8^h Morgens, 2^h, 8^h und 11^h Abends finden sich in Lamont's Annalen für Meteorologie und Erdmagnetismus VII und XI, einen dritten Jahrgang (1844) hat mir Hr. Lamont aus einem Briefe des Hrn. Capelli, Adjuncten an der Mailänder Sternwarte, mitgetheilt. Hier sind die Beobachtungsstunden 6^h und 9^h Morgens und 3^h und 9^h Abends. Es wurden in Mailand auch die Zwischenwinde NNO, ONO usw. angegeben. Der Gleichförmigkeit wegen sind diese Winde je zur Hälfte den Nachbarrichtungen zugezählt, wie dieses ziemlich allgemein üblich ist.

Beobachtungsstunde	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				Winter.				
Morgens 6h	12	15	15	4,5	4,5	4,5	18	17,5
8	30,5	29,5	22,5	6	4	19	30	38,5
9	10,5	17	19,5	6	—	7,5	13	16,5
Abends 2	17,5	17	14,5	21	13,5	46	23	25,5
3	11	6,5	10,5	5,5	4	16	18	16,5
8	26	30	16,5	7,5	5	27,5	30	31,5
9	14	12,5	11	2,5	4	7	16,5	20,5
11	27	34,5	26,5	8	3	16	28,5	33,5
				Sommer.				
Morgens 6h	15	21	16	2,5	4,5	6,5	10,5	16
8	11	52,5	22	23	8,5	29	9,5	24,5
9	4	13	24,5	11,5	7,5	15	6,5	8
Abends 2	11	21	27	28	16,5	34	16	19,5
3	4	5	19	3	11,5	19,5	19	8,5
8	19,5	27,5	15	29,5	8	25	17	18,5
9	10,5	7	16	4	5	18,5	15	14
11	25,5	40	11,5	12	7	24	24	32
				Jahr.				
Morgens 6h	53,5	79	74	17	13	19,5	50,5	59,5
8	84	165,5	94,5	65,5	39	74	66,5	135
9	29	61	99	31	14	41,5	42,5	45
Abends 2	55,5	70	80	91,5	70	154,5	88	95,5
3	21	26	59	35	33	72	65	41
8	73,5	105	80,5	80,5	48,5	106,5	94,5	101
9	49,5	49,5	56	14	17	41,5	55,5	68
11	111,5	171	80,5	42	19,5	70	79,5	135

Hieraus ergeben sich die Projectionssummen:

Beobachtungsstunde	Winter		Sommer		Jahr	
	(S—N)	(W—O)	(S—N)	(W—O)	(S—N)	(W—O)
Morgens 6h	—23,59	4,66	—29,64	— 6,07	—27,70	— 8,73
8	—28,45	11,53	—10,09	—14,03	—19,75	— 5,42
9	—24,64	— 5,79	+ 7,39	—19,06	— 9,59	—14,97
Abends 2	+ 6,74	+16,28	10,77	— 4,07	+ 9,12	+ 9,01
3	— 8,24	22,50	13,51	+13,79	+10,30	+10,93
8	—20,55	14,85	2,39	— 3,99	— 5,01	+ 3,85
9	—27,22	14,67	— 4,44	+14,20	—19,57	+ 8,21
11	—28,02	3,53	—22,48	7,84	—29,09	— 0,84

Betrachtet man zuerst die Aenderungen der Winde, die in der Meridianrichtung vor sich gehen, so zeigt sich alsbald, dafs in Mailand der entgegengesetzte Fall von dem

in München beobachteten stattfindet. In München nehmen vom Morgen an die Nordwinde, in Mailande die Südwinde zu. Auch in Mailand treten die Extreme im Winter näher gegen Mittag als im Sommer. Die Gröfse der Schwankungen ist in Mailand im Winter gröfser, im Sommer kleiner als in München, was den dortigen geringeren Schwankungen der Tageslänge entspricht. Stellt man die Resultate der Meridianrichtung beider Orte aus dem Jahresdurchschnitte zusammen, nachdem man für München die Werthe der ungeraden Stunden so gut als möglich interpolirt hat, so ergiebt sich:

		München.	Mailand.
Morgens	6^h	+ 27,44	— 27,70
	8	+ 15,76	— 19,75
	9	+ 10,38	— 9,59
Abends	2	— 10,39	+ 9,12
	3	— 12,23	+ 10,30
	8	+ 7,60	— 5,01
	9	+ 11,46	— 19,57
	11	+ 14,82	— 29,09

Man sieht hieraus, dafs mit Ausnahme von 9^h und 11^h Abends die absoluten Gröfsen wenig verschieden, die Zei-

findet. Wenn auch aus dem oben angegebenen Grunde einige Unregelmäfsigkeiten in dem Gange der Projectionen erwartet werden konnten, so sind diese doch auf der Ostwestrichtung im Vergleiche mit der Meridianrichtung so bedeutend, dafs man eine andere Wirkung vermuthen kann, welche die des wechselnden Standes der Sonne verdeckt. Sucht man nun auf einer guten Landkarte die Lage Mailands gegen die Alpen festzustellen, so ergiebt sich alsbald, dafs die Wirkung des Gebirges in Mailand nicht wohl in der Meridianrichtung vor sich gehen kann, denn im Nordosten der Stadt dringen die Berge bis Bergamo nach Süden vor, während in Nord und Nordwest nicht nur das Gebirge zurückweicht, sondern auch an deren Stelle als Lago di Como, Lago di Lugano und Lago maggiore Wasserflächen treten, welche die nach jenen Richtungen stattfindende Bergwirkung wenigstens theilweise aufheben. Das Gebirge wird also so wirken, als sey es in einem Punkte concentrirt, der (von Mailand aus) zwischen N und O gelegen ist. Projicirt man die Winde auf die Meridian- und die Ostwestrichtung, so wird erstere die Südnordcomponirende der Bergwirkung geben, während letztere die Ostwestcomponirende der Berg- und die ganze Sonnenwirkung enthält. In dem Meridiane ist sohin nur eine Wirkung thätig, weshalb dort auch die Schwankungen ziemlich regelmäfsig sind; senkrecht auf dem Meridian dagegen sind zwei Kräfte thätig, die einander entgegengesetzt wirken und ihre Wendepunkte zu verschiedenen Zeiten haben. Daraus läfst sich wenigstens zum Theile das Durcheinander in der Ostwestcolumne erklären, das übrigens auch abnehmen würde, wenn die Zahl der Beobachtungsjahre eine gröfsere wäre, wie man durch Vergleichung des Jahresdurchschnittes mit den einzelnen Jahreszeiten leicht erkennen kann. Bedenkt man, dafs durch die Sonne ein Theil der Alpenwirkung für Mailand aufgehoben wird, und dafs der letzteren Südnordcomponirende schon so grofs ist, als die ganze Wirkung in München, so ergiebt sich, dafs dieselbe südlich der Alpen gröfser seyn müsse als in gleicher Entfer-

nung nördlich (die Entfernung beider Städte von den Bergen ist nicht sehr verschieden) was sich daraus erklärt, dafs die Alpen weiter über das südliche Tiefland herausragen, als über die nördliche Hochebene.

D. Karlsruhe.

Die Beobachtungen über die Windverhältnisse von Karlsruhe, welche mir zu Gebote standen, sind die Jahrgänge 1841, 1842 und 1843 und sind den Lamont'schen Annalen für Meteorologie und Erdmagnetismus IV, VII und XI entnommen. Die Beobachtungsstunden sind 7^h, 2^h und 9^h. Karlsruhe liegt in der Rheinebene und hat das Gebirge nicht in der Meridianrichtung wie die drei vorhergehenden Stationen, sondern in Osten. Die beobachteten Winde sind:

Beobachtungsstunde	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				Winter.				
7^h	24	62	17	11	20	117	12	7
2	20	58	18	7	12	119	26	10
9	15	87	7	1	8	127	15	10
				Sommer.				
7^h	17	60	23	16	20	119	11	10
2	17	39	16	6	17	112	42	27

Beobachtungsstunde	(S—N)	(SW—NO)	(W—O)	(NW—SO)
		Sommer.		
7h	15,96	17,16	8,31	—5,41
2	11,99	29,79	30,15	12,84
9	9,86	20,66	19,36	6,72
		Jahr.		
7h	10,09	11,28	5,86	—2,99
2	6,40	18,14	19,25	9,08
9	6,38	15,66	15,78	6,65

Diese Zahlen zeigen die gröfsten Aenderungen in den Richtungen (W—O) und SW—NO). Die westlichen Winde sind am Morgen am wenigsten zahlreich und nehmen bis 2h zu bis 9h wieder ab. Im Sommer ist die Aenderung gröfser als im Winter. Die Veränderung im Stande der Sonne sollte die Wirkung haben, dafs vom Morgen an die Westwinde zunehmen; aber die östlich liegenden Berge heben die Sonnenwirkung nicht nur auf, sondern richten aufserdem noch den Wind in ihrem Sinne. Die Aenderung nach (NW—SO) ist gröfser als die nach (SW—NO); es wirkt also das Gebirge nicht rein östlich sondern etwas südlich. Die Massenentwicklung des Schwarzwaldes ist auch in der That südöstlich von Karlsruhe gröfser als nordöstlich.

E. Mannheim.

Kämtz giebt in seiner Meteorologie I. 217. als das Resultat zwölfjähriger Beobachtungen von Mannheim folgende mittlere Windrichtungen an:

7h Morgens: Richtung N 24° 5′ O Stärke 0,027
2h Abends: - S 74° 32′ W - 0,134
9h Abends: - S 36° 4′ W - 0,010

Werden diese mittleren Werthe in die Componirenden zerlegt, so ergiebt sich bei der Reduction auf 90 Tage:

Beobachtungs-stunde	(S—N)	(SW—NO)	(W—O)	(NW—SO)
7h	—2,22	—2,27	—0,99	+0,87
2	3,22	10,49	11,62	5,95
9	0,73	0,89	0,53	—0,14

Hier sind die gröfsten Aenderungen nach den Richtungen (W—O) und (SW—NO), und zwar nehmen die Westwinde zu, zeigen also ein Gebirge im Osten an; es ist der Wechsel nach (SW—NO) gröfser als nach (NW—SO); also tritt hier der entgegengesetzte Fall von dem in Karlsruhe beobachteten ein, und das Gebirge ist daher auch nicht rein östlich, sondern etwas gegen Norden (der Odenwald). Zwischen Karlsruhe und Mannheim ist die Einsenkung in dem östlichen Höhenzuge, durch den die Eisenbahn von Stuttgart nach Bruchsal geführt wurde.

Die absolute Gröfse der Projectionen.

Wenn es nach dem Vorstehenden wohl als sicher anzunehmen ist, dafs die Gebirge einen deutlichen Einfluſs auf die Winde ausüben, so läfst sich daraus noch nicht entscheiden, ob diese Wirkung blofs die Folge bei Nacht

gleich grofs, denn die Entfernung derselben von einander ist nicht allzu bedeutend, und auf dem hohen Meere geben die Breiten 45° und 48° keine grofsen Differenzen. Hätten die Alpen keinen eigentlichen Nachtwind, also nur den durch Aufsteigen der Luft hervorgerufenen Tagwind, so müfste am Morgen in München und Mailand nahezu der gleiche Wind herrschen, denn die Wirkung des vergangenen Tages hätte sich über Nacht erschöpft, die des neuen hätte noch nicht begonnen; es müfste der Wind der geographischen Breite entsprechen. Man hat aber am Morgen in München einen Wind von entschieden südlicher Richtung, in Mailand solchen von nördlicher, und diese Verschiedenheit kann nur vom Gebirge herrühren. Nachmittags hat man in München entschieden nördlichen Wind, in Mailand entschieden südlichen; es giebt also auch eigene Tagwinde. Zählt man die einzelnen Projectionen zusammen, so ergiebt sich bei München ein Plus der Südwinde, bei Mailand ein Plus der Nordwinde; es sind daher von den beiden durch das Gebirge hervorgerufenen Winden die Nachtwinde die bedeutenderen, die Nachtwirkung ist die stärkere. Wenn von dem Einflusse der Gebirge auf die Luftströmungen die Rede ist, so hat man fast immer nur die aufsteigenden, gegen das Gebirge gehenden im Auge; allein gerade diese sind die unbedeutenderen.

Nimmt man an, die in München auf eine ungerade Stunde treffende (S—N) Projection sey gleich dem arithmetischen Mittel der beiden angränzenden geraden Stunden, und berechnet man dann das Mittel der Stunden 7^h Morgens, 2^h und 9^h Abends, so erhält man $+7{,}11$, während das Mittel der Peifsenberger Beobachtungen $+2{,}89$ ergiebt. Man hat daher auf dem Hohenpeifsenberge weniger Südwinde als in München, und die Ursache, welche an letzterem Orte Südwinde hervorruft, ist an ersterem weniger oder gar nicht thätig. Die von den Bergen kommenden Strömungen sind kalte Winde, die nur in den Thälern hinstreichen. Man kann diese Bergwinde von höheren Punkten aus sehr häufig sehen, denn sie führen jene Nebelströme mit sich, welche

enge Gebirgsthäler bis zu einer bestimmten Höhe anfüllen, am Morgen am stärksten sind und verschwinden, sobald die aufsteigenden Winde beginnen. Auf Höhen wie der Peifsenberg werden solche Ströme kaum kommen, da sie sich im Flachlande zu sehr vertheilen können, und man hat daher in Hohenpeifsenberg einen weiteren Grund zu den bereits oben angeführten, welche bewirken, dafs dort die Windänderungen kleiner sind als in München. Wären die Alpen nicht vorhanden, so wäre der Wind in Hohenpeifsenberg mehr südlich, in München mehr nördlich, als gegenwärtig gefunden wird, und die Projection (S—N) würde daher auf diesem Theile des Festlandes zwischen 7,11 und 2,89 betragen.

Die beiden Stationen Karlsruhe und Mannheim liegen in der Niederung, sie werden daher auch dem Nachtwinde ausgesetzt seyn; aber dieser ist in Karlsruhe etwas südlich, in Mannheim etwas nördlich. Es mufs daher des Nachtwindes wegen der mittlere Werth der Projection (S—N) an ersterem Orte erhöht, an letzterem erniedrigt werden. Diese Werthe sind für Karlsruhe $= 7{,}62$, für Mannheim $= 0{,}58$, und in der Rheinebene ist daher die Richtung des SW-Stromes nach Abzug der Localeinflüsse nahe oder ganz

wird, sich von oben herab geltend macht. Sind daher zwei Stationen in ungleicher Höhe, so hat die untere den östlichen Wind früher und länger; es mufs daher auch bei ihr die Zahl der Projectionen der Ostwinde eine gröfsere [oder (S—W) kleiner] seyn, wie dieses auch der Vergleich von München und Peifsenberg giebt. Im Sommer ist die Temperaturdifferenz der beiderseitigen Winde kleiner [1]), weswegen auch das gegenseitige Verdrängen nach der Höhe zu verschwinden scheint, und die Projectionen (W—O) nahe gleich werden, denn die obige Differenz ist vielleicht nur Folge der nicht genau ausführbaren Interpolation.

An den Stationen Mailand, Karlsruhe und Mannheim wirkt das Gebirge zu Gunsten der östlichen Winde und die Projectionen (W—O) müssen daher kleiner seyn als in München, was auch in der That der Fall ist; doch mufs ich gestehen, dafs ich die Differenz zwischen Karlsruhe und Mannheim kleiner erwartet hätte. Wirkt vielleicht an letzterem Orte auch der Rhein zu Gunsten der Ostwinde?

Berechnet man nach der Lambert'schen Methode die sogenannten mittleren Winde, so ist es unschwer zu bemerken, dafs diese je nach der Wahl der Beobachtungsstunde für ein und denselben Ort sehr verschieden ausfallen können. Berechnet man den mittleren Wind für München aus den einzelnen Stunden, so ergiebt sich:

	Richtung	Stärke
2^h M.	S 52° 22′ W	0,298
4	S 55° 57′ W	0,394
6	S 49° 41′ W	0,471
8	S 54° 10′ W	0,299
10	S 72° 19′ W	0,195
12	N 74° 43′ W	0,161
2^h A.	N 46° 18′ W	0,176
4	N 42° 23′ W	0,181
6	N 56° 24′ W	0,141
8	S 62° 38′ W	0,184
10	S 50° 1′ W	0,237
12	S 53° 40′ W	0,287
Wahres Mittel	S 68° 15′ W	0,219

1) Dove, a. a. O. XIV.

In Mailand und Mannheim wechseln mittlere Windrichtung und Stärke noch mehr. Dieser Umstand läfst die Genauigkeit der Bestimmungen von mittlerer Windrichtung in einem sehr zweifelhaften Lichte erscheinen, da es durchaus nicht gleichgültig ist, welche Beobachtungsstunden man hierzu wählt. In München würde sich die letzte Viertelstunde vor 10^h Morgens eignen, und auch die Combination 7^h, 2^h und 9^h giebt kein ganz schlechtes Resultat; ob aber diese Stunden für andere Orte auch gelten, ist schwer zu bejahen. In Hohenpeifsenberg, wo die Nachtwinde, die von Süden kommen, fehlen, giebt die erwähnte Combination ohne Zweifel einen zu nördlichen Wind.

An anderen Orten kommen wieder andere Localeinflüsse und es dürfte wohl nothwendig seyn zuerst diese Wirkungen näher zu untersuchen, ehe man aus der Vergleichung vieler auf einer gegebenen Ländermasse zerstreuter Orte Schlüsse von Bedeutung auf die gröfseren Luftströmungen

peraturwechsel ein rascherer werden. Es ist bekannt, dafs an Orten, die dem Gebirge nahe liegen, die Abende selbst im Hochsommer so kühl sind, dafs man sich leicht Erkältungen zuzieht, wenn man sich in leichten Kleidern in's Freie setzt. München ist dieses Umstandes wegen bis zum Lächerlichen verschrieen. Es soll dabei der Einfluſs der Abkühlung durch Strahlung durchaus nicht geläugnet werden; allein bei einer Höhe von 1600 Fuſs kann diese Wirkung doch nicht so bedeutend von der der Niederungen verschieden seyn, da noch dazu München durch seine starke Wolkendecke geschützt ist, denn die mittlere Bewölkung beträgt in den Sommermonaten 2,71, 2,64 und 2,57, im Jahresdurchschnitte 2,84 Viertheile des ganzen Himmels [1]) und das kann man eben doch nicht einen ewig heitern Himmel nennen. Vergleicht man die Temperaturextreme, welche in den einzelnen Monaten an Orten beobachtet werden, die sich in verschiedener Entfernung vom Gebirge befinden, so ergiebt sich, dafs die Schwankungen in der Nähe der Berge gröſser sind. Nachstehende Tabelle giebt den mittleren Werth der Temperaturextreme von Kempten [2]), Bogenhausen [3]) und Dillingen [4]) in Réaumurgraden.

Monat	Kempten			Bogenhausen			Dillingen		
	Max.	Min.	Diff.	Max.	Min.	Diff.	Max.	Min.	Diff.
Januar	6°,6	—16°,2	22°,8	6°,2	—12°,6	18°,8	5°,0	—10°,8	15°,8
Februar	7 ,6	—17 ,2	24 ,8	8 ,5	—12 ,5	21 ,0	7 ,0	—11 ,0	17 ,0
März	11 ,9	—11 ,8	23 ,7	12 ,0	— 7 ,5	19 ,5	10 ,7	— 7 ,3	18 ,0
April	17 ,7	— 5 ,0	22 ,7	16 ,3	— 2 ,3	18 ,6	15 ,4	— 3 ,3	18 ,7
Mai	20 ,8	— 0 ,8	21 ,6	19 ,7	0 ,8	18 ,9	18 ,2	0 ,9	17 ,3
Juni	24 ,8	2 ,2	22 ,6	22 ,5	4 ,4	18 ,1	21 ,4	3 ,9	17 ,5
Juli	25 ,5	4 ,2	21 ,3	23 ,3	5 ,9	17 ,4	22 ,5	6 ,6	15 ,9
August	25 ,5	3 ,3	22 ,2	22 ,6	5 ,7	16 ,9	21 ,4	5 ,9	15 ,5
Sept.	21 ,3	0 ,5	20 ,8	19 ,2	1 ,6	17 ,6	16 ,4	2 ,0	14 ,4
October	20 ,1	— 1 ,8	21 ,9	16 ,3	— 1 ,3	17 ,6	14 ,3	— 0 ,3	14 ,6
Nov.	12 ,8	—12 ,0	24 ,8	10 ,0	— 6 ,3	16 ,3	8 ,0	— 6 ,2	14 ,2
Dec.	7 ,2	—18 ,3	25 ,5	7 ,2	— 9 ,5	16 ,7	5, 3	— 8 ,0	13 ,3
	Durchschnitt		22°,9			18°,1			16°,1

1) Lamont, Monatl. und jährl. Resultate der an der Königl Sternwarte bei München veranstalteten meteorologischen Untersuchungen. LXX.
2) Achtzehnjährige Beobachtungen des Hrn. Hofapothekers Fuchs, Msc.
3) Lamont, *Monatl. und* jährl. Resultate etc. 29 Jahre.
4) Achtzehnjährige Beobachtungen des Hrn. Prof. Dr. Pollak, Msc.

Man sieht hieraus, dafs die Temperaturschwankungen um so kleiner werden, je mehr man sich vom Gebirge entfernt.

Wenn in der Nacht vom Gebirge ausgehende Luftströmungen im Flachlande wehen, so ist nothwendig, dafs in der Höhe der Wind gegen das Gebirge geht, um das dortige Deficit an Luft zu decken. Geht am Tage der Wind unten gegen das Gebirge, so mufs sich die Luft oben ausbreiten und die Folge davon werden Erscheinungen seyn, die man auch anderwärts beobachtet, wo das Aufsteigen der Luft sehr bedeutend ist. An dem Gebirge findet ein Vorgang statt, der viele Analogie mit jenem der Calmenzone zeigt und in seinem Gefolge mufs eine analoge Wirkung seyn, die Erhöhung der Regenmenge. Wäre das angränzende Flachland eine Wasserfläche, so müfste das aus derselben aufsteigende Wasser sich in der Höhe condensiren und massenhafte Regen würden die Folge seyn. Ist

VI. *Ueber die Aenderung des Tones und der Farbe durch Bewegung;* von Dr. Ernst Mach in Wien.

Im 112. Bande dieser Annalen befindet sich eine Abhandlung gleichlautenden Titels. Das Folgende soll dieselbe vervollständigen.

A. Theoretisches.

I. Unmittelbar nach der genannten ersten Abhandlung erschien ein Aufsatz von Prof. Petzval [1]), von welchem es schwer zu entscheiden ist, ob derselbe einen Angriff gegen meine Arbeit enthalten soll, oder dieselbe vielmehr vornehm ignoriren will. Petzval spricht mit einer gewissen Herablassung auch von den Bestrebungen meiner Wenigkeit und zieht, wie ich gestehen mufs, sehr siegreich gegen die falschen Vorstellungen los, die er sich von meinen Ideen über die Doppler'sche Theorie macht. Der unbefangene Leser findet übrigens, Petzval's und meinen Aufsatz vergleichend, dafs der erstere keinen Angriff enthält, der auf irgend einen Punkt des letzteren passen würde [2]). Es sey mir deshalb erlassen, diese Arbeit speciell zu besprechen.

In Schlömilch's Zeitschrift für Mathematik und Physik (1861, 2. Heft) habe ich die mathematischen Einwendungen Petzval's gegen Doppler näher betrachtet und folgende Sätze festgestellt:

1. Das Princip der Erhaltung der Schwingungsdauer [3]) sagt aus, dafs bei einer permanenten Strömung in einem

1) Sitzungsberichte d. k. k. Akademie d. Wissensch. Bd. 41, S. 581.

2) So beruft sich z. B. Petzval auf die Ångström'schen Versuche, ohne meine bereits früher gegebene Widerlegungen derselben zu berücksichtigen.

3) Petzval, Sitzungsber. VIII. Bd. S. 567.

Medium, wenn irgendwo Schwingungen erregt werden, an jedem beliebigen aber mit der Zeit unveränderlichem Orte, die Schwingungsdauer dieselbe, also durchgängig constant sey. — Doppler's Satz lehrt die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der relativen Geschwindigkeit der Wellenquelle und des Beobachters. — Beide Sätze beziehen sich also auf verschiedene Fälle. — Wollte man aus Petzval's Princips die Unrichtigkeit des Doppler'schen Satzes folgern, so wäre dieſs ein Schluſs von beiläufig folgender Art: An den Punkten *A*, *B*, *C* erfährt ein *ruhender* Körper keinen Widerstand des Mittels, also hat er auch keinen solchen zu erleiden, wenn er sich durch die Punkte *A*, *B*, *C* bewegt.

2. Die Anwendung des Petzval'schen Principes auf den Doppler'schen Fall beruht auf einem Miſsverständniſs. Petzval meint in seiner mathematischen Deduction die relative Bewegung von Wellenquelle und Beobachter

digkeit c in entgegengesetzter Richtung bewegen, während das Medium ruht. Setzen wir nun in der Formel

$$\tau' = \tau \cdot \frac{\gamma - z}{\gamma - c}$$

$z = c$, was die obige Bedingung ausdrückt, so erhalten wir $\tau = \tau'$, d. h. die Tonhöhe wird nicht geändert, wenn Quelle und Beobachter sich mit gleicher Geschwindigkeit nach gleicher Richtung bewegen, oder wenn in entgegengesetzter Richtung das Medium strömt.

3. Dafs Petzval in zwei späteren Aufsätzen [1]) den Doppler'schen Satz auf strengere Weise herleitet als Doppler, befestigt die Ueberzeugung, dafs zwischen beiden Sätzen kein Widerspruch besteht. Und doch beruft sich Petzval immer auf sein Princip, wenn er Doppler angreift.

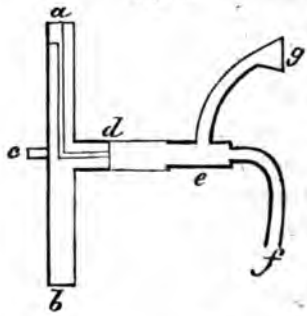
Obwohl nun die bezeichneten Irrthümer ganz elementare sind, versäumte Hr. Prof. Petzval doch keine Gelegenheit (namentlich in dem Aufsatze »über ein allgemeines Princip der Undulationslehre«) die höhere Analysis für eine Grofsmacht zu erklären. In einer unheimlichen Einleitung spricht er von den Geistern der Differentialgleichungen und thut mit diesen so geheimnifsvoll, dafs dem Leser unwillkührlich die Worte beifallen: »Mein Freund das lerne wohl verstehn, dieſs ist die Art mit Hexen umzugehn!«

B. Experimentelles.

1. Einen Apparat um die Tonänderung durch Bewegung experimentell direct nachzuweisen, sowie die mit demselben durchgeführten Versuche habe ich bereits in der früher citirten Abhandlung beschrieben. Es gelang mir nun durch eine geringe Modification den Apparat so einzurichten, dafs man an demselben *sowohl den Doppler'schen Satz als auch das Petzval'sche Princip zugleich* demonstriren kann, zum Beweise, dafs beide sich nicht widersprechen. Eine Stange ab, welche bei a ein Schnurrpfeifchen trägt, rotirt um die Axe cd. Durch den Schlauch fed

1) Sitzungsberichte IX. S 699.

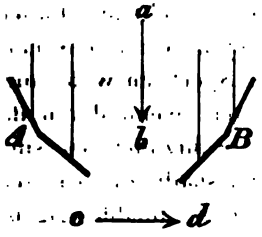
Fig. 1.



und die Bohrung *da* wird mittelst eines Blasebalgs dem Pfeifchen *a* während der Rotation Luft zugeführt. Bringt man nun bei *e* ein Seitenrohr an, welches bei *g* mit einer elastischen Membran verschlossen ist, so hört man von aufsen, wegen der fortwährenden Aenderung der Geschwindigkeit des *a* gegen das Ohr des Beobachters ein Schwanken des Tones (Doppler's Satz). Dagegen vernimmt man bei *g* einen vollkommen constanten Ton, da hier die Entfernung *geda* unveränderlich ist. Der bei *g* gehörte Ton ist nun derselbe, den *a* überhaupt giebt, wenn es ruht, obwohl hier zwischen *g* und *a* eine permanente Strömung von bedeutender Geschwindigkeit in der Richtung *eda* statt-

ligen Feinheit auszuführen, ich selbst nicht in der Lage
in. Man stelle um die Mittagszeit, in ähnlicher Weise wie
izeau seine beiden Planspiegel, zwei Interferenzspiegel
A, *B* auf. In der Richtung des Pfei-
les *ab* falle das Sonnenlicht ein, in
der Richtung *cd* bewegen sich ver-
möge der Geschwindigkeit der Erde
die beiden Spiegel *A* und *B*, so dafs
augenscheinlich *A* so zu sagen das
Licht auffängt, während *B* dem
Lichte entflieht. An einem beweg-
en Körper wird nicht nur die Richtung der Reflexion eine
ndere, sondern auch die Wellenlänge wird geändert, wie
liefs auch bei den bekannten Eisenbahnversuchen beob-
chtet wurde. Ist nun, wie Fizeau gezeigt hat, die Ge-
chwindigkeit der Erde grofs genug, um einen merklichen
influfs auf das Azimut der Polarisationsebene zu äufsern,
o dürfte auch die Differenz der Wellenlänge des von *A*
nd *B* reflectirten Lichtes, demnach der Unterschied der
on beiden Spiegeln herrührenden Interferenzstreifen mefs-
ar seyn, namentlich bei dieser Disposition, wo uns noch
as Princip der schiefen Ebene zu gut kommt.

Fig. 2.



C. Anwendung der Theorie.

In meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand
ab ich eine Methode an, aus der Farbenänderung eines
sterns dessen Bahnelemente zu bestimmen. Peters hebt
in den »Astronomischen Nachrichten« 1860) hervor, dafs
Lamont diesen Gegenstand schon früher besprochen habe.
s scheint mir übrigens, als ob Lamont den Gedanken
ht so klar und bestimmt ausgesprochen hätte, wie dies
n meiner Abhandlung geschieht. Man dürfte sich hievon
m einfachsten überzeugen, wenn man den Artikel, auf
welchen Peters sich bezieht, in Lamont's Astronomie
nd Erdmagnetismus nachliest. Diese Sache hat übrigens
m so geringere Wichtigkeit, als die Methode wahrschein-
ich keine praktische Anwendung finden wird.

Mädler [1]) hat nämlich, wie mir scheint, durch sehr triftige Gründe nachgewiesen, dafs sämmtliche bisher bestimmte kosmische Bewegungsgeschwindigkeiten zu klein seyen, um merkliche Farbenveränderungen zu bewirken. Die Methode dürfte demnach in höchst seltenen Fällen, vielleicht auch gar nicht anwendbar seyn. Uebrigens mufs ich hier bemerken, dafs Messungen am Spectrum wohl auch dann noch zu Resultaten führen könnten, wenn durch das Auge keine Farbenänderungen mehr wahrzunehmen sind. Solche Messungen sind dann schon deshalb zu beachten, weil ihre Genauigkeit von der Entfernung unabhängig ist, weil sie also dort anfangen von Werth zu seyn, wo die Parallaxe unbrauchbar wird. — Ferner ist aufrecht zu halten, dafs man nicht mit demselben Rechte die Erklärung aller beobachteten *Farben* und die Erklärung der *Farbenänderung* der Sterne durch die Doppler'sche Theorie verwirft. Dafs die Theorie am Himmel keine Anwendung fin-

VII. *Der Präcisirungsbogen an analytischen und andern Waagen;* *von F. L. von Gallois (Wallis).*

Bekanntlich geht beim Bestimmen genauer Gewichtsäquivalente an den analytischen Waagen für den Experimentirenden sehr viel Zeit durch das Auflegen und Abnehmen der feineren Gewichte oder auch selbst durch Gebrauch der sogenannten Milligrammhäkchen verloren, und es läfst sich nur durch häufiges Arretiren theilweise diesem Uebelstande abhelfen. Einen besonderen Nachtheil hat dieser Zeitverlust natürlich beim Wägen stark hygroskopischer Körper usw. Sehr oft wird auch auf den gleichmäfsigen Ausschlag des Zeigers gar nicht gewartet, sondern die letzte, auch die vorletzte Stelle nach der augenblicklichen Schwankung beurtheilt. Wenn auch nicht zu läugnen ist, dafs diese Schätzungen bei vieler Uebung und hinreichender Kenntnifs des Instrumentes ziemlich richtig ausfallen, so ist doch immerhin eine Wägungsmethode vorzuziehen, bei der diese Mängel in geringerem Grade oder gar nicht vorkommen.

Durch Anwendung des *Präcisirungsbogens* wird diefs erreicht; die Vorrichtung bedingt kein oftmaliges zeitraubendes Arretiren, im Gegentheil, es wird *dadurch* ganz unnöthig, dafs die Wägungsmanipulation zur Beruhigung des Instrumentes wesentlich beiträgt; auch wird selbst bei mittelmäfsigen Waagen ein Grad von Genauigkeit möglich gemacht, welcher bei dem gewöhnlichen Vorgange nicht leicht erreicht werden dürfte. Der *Präcisirungsbogen* kann nebst dem dazu gehörigen *Verschiebungsapparate* bei jedem schon im Gebrauche stehenden Instrumente angebracht werden, und noch ein anderer nicht minder zu berücksichtigender Vortheil ist der, dafs man damit im Stande ist, die exactesten Wägungen im luftverdünnten Raume vorzunehmen.

Durch Benutzung des Bogens wird aus der gleicharmi-

gen (sogenannten Krämerwaage) eine Combination aus dieser mit der Schnellwaage, wie dasselbe übrigens auch beim Gebrauche der Reiterhäkchen stattfindet.

Fig. 7 Taf. II zeigt die obere Ansicht einer Waagebalkenhälfte mit dem Präcisirungsbogen; *a* stellt den Balken dar mit dem *Bogen e* sowie mit dem *Indicator d; — e* ist als integrirender Theil des ganzen Balkens unverrückbar an demselben befestigt (am zweckentsprechendsten wird die rechte Balkenhälfte dazu benutzt). Der Bogen selbst besteht entweder aus demselben Metall, wie der Waagebalken oder noch besser aus Aluminium; sein Durchschnitt wird im vergröfserten Maafsstabe in Fig. 8 bezeichnet: an der äufsern senkrechten Fläche ist eine Eintheilung von 0° bis 180° angebracht. Der obere Theil, ein Kugelsegment bildend, ist auf das sorgfältigste polirt; um eine Verschiedenheit des Indicators (*d*) mit der möglichst geringsten Reibung bewerkstelligen zu können.

welche dem Auge des Beobachters weniger zugänglich sind, wie etwa von 0° bis 50° und von 130° bis 180° (besonders wenn das Instrument sich in geschlossenem Raume befindet) können verschiebbare und auch feststehende Spiegel angewendet werden, deren zweckmäfsige Anbringung den Händen des Mechanikers überlassen bleibt; ich bemerke hier nur, dafs ihre Anwendung die Arbeit am Instrumente durchaus nicht beirrt und auch von keinerlei Umständen begleitet ist.

Zur Dirigirung des Indicators wird ein ganz einfacher Mechanismus benutzt: eine senkrecht unter dem Drehungspunkte des Drahtes aufgestellte, um ihre Axe bewegliche und oben rechtwinklich gebogene Kurbel (Fig. 10 Taf. II) (*a*) trägt ebenfalls in einem rechten Winkel an ihrer Spitze eine Gabel (*c*) aus feinem Draht, deren beide Theile parallel zu einander stehen; sie sind zur Führung des Indicators, welchen sie einschliefsen, bestimmt, und stehen so weit von dem senkrechten Theile der Kurbel ab, dafs sie sich in der Entfernung von ohngefähr 2^{mm} aufserhalb des Bogens um denselben bewegen. Am unteren Ende der Kurbel ist eine Scheibe (*d*) befestigt, welche mit einer andern Doppelscheibe (*ef*) durch Transmission in Verbindung steht; sie ist um ein Abwägen bei vollkommen geschlossenem Raume möglich zu machen, aufserhalb des Glaskastens aufgestellt. Es versteht sich von selbst, dafs die Gabel eine gehörige Länge haben mufs, um beim Heben des Balkens den Indicator erreichen zu können.

Einen besonderen Werth dürfte der *Präcisirungsbogen* haben, wenn es darauf ankommt, Wägungen unter den Recipienten der Luftpumpe vorzunehmen. Bei Revidirung stöchiometrischer Verhältnisse, Elementaranalysen, usw. mufs es von unbedingtem Vortheile seyn, bei theilweiser Aufhebung des atmosphärischen Drucks, bei absolut trockner Luft, oder einem bestimmten Feuchtigkeitsgrade usw. die Wägungen mit aller Sicherheit und in einem, so zu sagen, vollkommen abgeschlossenem Raume vornehmen zu können; hier giebt uns die Elektricität die Mittel dazu an die Hand, während unter

dem Recipienten eine elektromagnetische Hebelvorrichtung auf die Kurbel einwirkt, wird dieselbe durch einen von aufsen angebrachten Commutator in einem oder dem andern Sinne in Drehung versetzt. Es wird keinem Mechaniker, welcher im Bau telegraphischer Apparate erfahren ist, besonders schwer fallen, eine zweckmäfsige und compendiöse Construction anzuwenden. Zu bemerken ist nur noch, dafs es auch beim Wägen unter der Luftpumpe einer veränderten Form der Waage selbst bedarf, niederes Gehänge, keine Arretirung, leichterer Balken.

Will man die Anwendung des Verschiebungsapparates umgehen, so kann auch der Indicator mit freier Hand bewegt werden; man gebraucht dazu eine Pincette, deren ein Ende in eine kurze Gabel ausgeht. Die Art und Weise der Manipulation ist natürlich für jeden Einzelnen individuell; ich kann jedoch nicht unterlassen, die mir als am zweckmäfsigsten vorgekommene Methode anzuwenden. Mit

der Abwägung besitze. Ist nämlich für eine *bestimmte* Stellung sein Moment bestimmt, so ergiebt sich daraus alles für jede andere Stellung, indem die Verhältnifszahlen dieser Momente sich einfach ergeben durch die Bemerkung, dafs im ersten Quadranten, d. i. im Bogen zwischen Aufhängspunkte der Waage und dem des Indicators (Fig. 1 Taf. II *acf*) die *Unterschiede* der Einheit und der den einzelnen Winkeln entsprechenden Cosinuse dieselben liefern, während im zweiten Quadranten (*bcf*) dasselbe durch die *Summe* der Einheit und der entsprechenden Cosinuse bewerkstelligt wird, natürlich vorausgesetzt, dafs man von der Gleichgewichtslage ausgehe.

Ist $AC = CB$ (Fig. 11 Taf. II) die Länge a eines Waagebalkenarmes, $MC = b$ die Entfernung des Mittelpunktes vom Aufhängepunkt, q das Gewicht und $MN = \varrho$ die Entfernung des Schwerpunktes des Indicators vom Punkte M; P und Q Gewicht und Belastung der Waage, so mufs bei obiger Lage des Indicators, wenn Gleichgewicht herrschen soll:

$$QCB = PAC + qCS$$

$$(Q - P)\,CB = q\,(CM - MS)$$

$$(Q - P)\,a = q\,(b - \varrho\cos\alpha)$$

$$Q = P + q\left(\frac{b - \varrho\cos\alpha}{a}\right)$$

$$Q = P + q\,\frac{b}{a} - q\,\frac{\varrho}{a}\cos\alpha.$$

Der Umstand, dafs bei dem Präcisirungsbogen der Angriffspunkt aufserhalb der Schwingungsebene des Balkens liegt, ist bei der Leichtigkeit der Vorrichtung gegenüber dem ganzen Instrumente ein verschwindender Fehler. Allerdings wäre es von grofsem Vortheile, die Vorrichtung (deren Scale dann noch leichter ausfallen könnte, weil die Schleiffläche wegfiele) in senkrechter Lage anzubringen; es ist mir jedoch nicht gelungen, eine geignete Befestigungsart des Indicators zu erdenken, bei welcher alle an ihn zu stellenden Anforderungen erfüllt wären, nämlich hinlänglich leichte gleichmäfsige Beweglichkeit mit der Eigenschaft ver-

bunden auch in jeder von der Senkrechten abweichenden Stellung verharren zu können.

Wie die Waage aus den Händen des Mechanikers kommt, mufs sie sich bei abgenommenen Schalen und auf dem Nullpunkt eingestellten Indicator im vollkommensten Gleichgewichte befinden. Zur Entwerfung der Aequivalententabelle wird in *der* Art vorgegangen, dafs man zuerst die Totalwirkung des Bogens und dann sprungweise die einzelnen Werthe tarirt und notirt. Nöthig ist es, dafs man *sprungweise* vorgehe, um jede mögliche Täuschung, die allenfalls auch durch eine Trägheit des Instrumentes hervorgerufen seyn kann, zu vermeiden.

Hat man bei einer Einstellung von 180° den Werth z. B. von 0,0680 Grm. gefunden, so versteht es sich von selbst, dafs bei den Wägungen bis zu diesem Aequivalente wenigstens, gewöhnliche Gewichte angewandt werden, von da an wirkt der *Präcisirungsbogen;* nahe dem zu suchen-

[redacted]

heilung am Bogen und nicht einer Scale der directen Gehaltswerthe zu empfehlen ist.

Zum Beweise, mit welcher Sicherheit und Schnelligkeit man mit dem Präcisirungsbogen arbeiten kann, führe ich hier zwei Gewichtsanalysen an, deren Ausführung mit Instrumenten herkömmlicher Construction wohl in *dieser* Art nicht leicht möglich ist. Die Einstellung des Indicators geschah mit freier Hand, da derlei Versuche zu einer Zeit ausgeführt wurden, an der die Verschiebungsvorrichtung noch nicht construirt war.

Verdampfung von Alkohol.

Ein cylindrischer Glasbecher mit Alkohol gefüllt und mit einer geschliffenen vollkommen aufliegenden Glasplatte geschlossen

Alkohol = 80° Tralles
Verdunstungsfläche = 0,090 Quadratmeter
Temperatur an der Luft = 11,00°
Barometerstand (red. auf 0°) 26" 9,60 (Stand. Kremsmünster).

Der bedeckte Glasbecher wurde tarirt, die Platte abgenommen und mit dem Indicator in den bezeichneten gewogen:

Beobachtungszeit	Gewicht
0 Sek.	Tara
15	0,0043
25	0,0075
45	0,0125
50	0,0155
65	0,0210
80	0,0256
95	0,0283
115	0,0344
130	0,0398
140	0,0442
170	0,0520
185	0,0573
d. i. in 3 Min. 5 Sek.	0,0573 Grm. Alkohol-Verdunstung

Beobachtungszeit	Gewicht
0 Sek.	Tara
20	0,0150
25	0,0215
35	0,0286
45	0,0355
55	0,0467
60	0,0490
70	0,0565
85	0,0680
in 1 Min. 35 Sek.	0,0680 Grm. Aether-Verdunstung.

Es ist aus diesen beiden Beispielen leicht zu erkennen, von welchen unbedingten Vortheilen die neue Einrichtung begleitet ist.

Jena im August 1861.

hil. Cand. zu Utrecht, letztere von mir abgelesen. Wir ahen die beiden Nadeln in fortwährender Bewegung. Da iese aber beim erstgenannten Instrumente mit einem kräf-gen Dämpfer versehen war, der dem zweiten fehlte, meinte ch die Störungen möchten hierdurch modificirt werden. In-essen stellte sich heraus, dafs dieses nicht der Fall war, nd beide Nadeln standen nach einer starken Schwingung u gleicher Zeit still.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dafs der Dämpfer hne Einflufs war, beobachteten wir in der Folge nur das alvanometer. Einer las den Stand der Nadel ab (diefs eschah mittelst Fernröhre und Scale) indem der Andere u gleicher Zeit den Stand der Chronometer aufschrieb. ierdurch wurde es uns möglich später die Bewegungen er Nadel ganz genau graphisch aufzuzeichnen. Einige die-er Beobachtungen sind hier unten mitgetheilt.

Die Scalentheile sind Centimeter. Ein Centimeter in er Mitte der Scale deutet einen Ausschlag der Nadel von ' an.

2. Sept. Nachmittags.

	Scale.		Scale.
$2^h\ 27^m\ 10^s$	17,4	$2^h\ 40^m\ 0$	15,4
28 35	13,6	41 20	13,7
29 20		45 0	21,0
30 0	11,5	47 55	18,6
31 20	8,3	50 0	23,2
34 55	19,3	50 30 / 45	23,8
36 42	15,8		
39 25	16,1	54 10	19,3.

Die Angaben bedeuten immer Ruhestände der Nadel, ft setzte sie dann die Bewegung in gleicher Richtung fort. Vo bei zwei Zeitangaben nur eine Scalenablesung mitge-eilt worden ist, stand die Nadel in dieser Zwischenzeit anz stille. Auffallend war es aber, wie plötzlich die Na-el nach einem starken Stofs zur Ruhe kam; von Schwin-ungen um eine Gleichgewichtslage war fast nie etwas zu

bemerken. Es war als hätte die Nadel ihr Beharrungsvermögen ganz eingebüfst.

Viel gröfsere Störungen wurden aber am 13. Sept. 1859 von uns wahrgenommen. Die Beobachtung fing an des Morgens $10^h\ 30^m$ und endigte um $12^h\ 23^m$. Um 2 Uhr war die Nadel wieder zu ihrem Normalstand zurückgekehrt. Anfangs veränderte die Nadel nur allmählich ihren Stand, bis gegen $10\frac{1}{2}$ Uhr sehr heftige Stöfse eintraten. Einige Beobachtungen sind hierunten mitgetheilt.

Zeit.	Scale.	Zeit.	Scale.
$11^h\ 16^m\ 15^s$	15,5	$11^h\ 22^m\ 15^s$	31,8
19 40	15,9	22 30	Grofser Stofs.
20	43 Stofs	Schwingg. um einen Punct	
20 30	25,5	zwischen 50 bis 60	
21 0	20	24	16
21 30	30	25	17,3 Stofs
22	32,5	25 15	34

Nordlichte begleitet, und wegen der Gröfse der Störungen schien es mir anfangs nicht unwahrscheinlich, dafs die elektrischen Ströme nur von Inductionsströmen des veränderten Erdmagnetismus herrührten. Dafs diese letzteren Ströme nicht momentan waren, kann kein Einwurf gegen diese Hypothese seyn, da auch die Nadel anhaltend schwankte. Viel stärker waren aber die am 13. Sept. beobachteten Störungen. Ich hatte nicht Gelegenheit zu untersuchen, ob diese Störungen noch an anderen Stationen beobachtet worden sind; zu Utrecht am Meteorologischen Institut war sie nicht bemerkt worden, da man dort gewöhnlich nur zu bestimmten Zeiten observirt, und die Störung gerade zwischen den Beobachtungen um 8 und 2 Uhr eintrat. Nirgendwo habe ich aber einige Nachricht weder vom Nordlichte noch von telegraphischen Strömen vernommen. Um mich hiervon zu überzeugen, habe ich dem Hrn. J. J. van Kerkwyk, Niederl. Telegraphen-Ingenieur gebeten nachzusuchen, ob irgendwo etwaige Störungen bei den Telegraphen bemerkt worden wären. Es wurden aber weder in den verschiedenen Annalen, noch in den telegraphischen Archiven der Comptoirs Berichte von telegraphischen Störungen gefunden. Dieses Auftreten von starken magnetischen Störungen, ohne Begleitung von Nordlicht oder telegraphischen Störungen, scheint mir von Wichtigkeit für die Theorie. Diese drei Phänomene stehen jetzt eigentlich nebeneinander, ohne dafs sich bisher mit Sicherheit sagen läfst entweder, welches von diesen Folge oder Ursache sey, oder ob sie vielleicht alle drei Folge einer gemeinschaftlichen Ursache seyen. Die Frage wird offenbar sich beantworten lassen, wenn man Beobachtungen hat, wo ein oder zwei dieser Phänomene vereinzelt auftreten, und in dieser Hinsicht haben die Beobachtungen vom 13. Sept. vielleicht einigen Werth. Da die magnetischen Störungen am 2. Sept. in Begleitung von Nordlicht und telegraphischen Strömen, am 13. aber ganz allein auftraten, so folgt hieraus: 1) dafs diese telegraphischen Störungen keine vom veränderten Erdmagnetismus hervorgerufene Inductionsströme sind; 2) dafs

auch das Nordlicht nicht die Folge des gestörten Erdmagnetismus ist. Diese Schlüsse sind aber nur dann gerechtfertigt, wenn sich herausstellt, dafs die Störungen vom 13. Sept. keine locale sind. Ob sie auch an anderen Stationen als zu Utrecht wahrgenommen worden sind, ist mir bis jetzt unbekannt, und ich theile diese Beobachtungen hauptsächlich mit, um die Aufmerksamkeit auf die magnetischen Beobachtungen dieses Tages zu richten. Ein Fehler in der Tagesangabe dieser Störung läfst sich wohl nicht annehmen, da die Beobachtungen regelmäfsig im Tagebuche aufgeschrieben worden sind. Ebenso wenig konnte am Gebäude selbst eine locale Ursache zu diesen Störungen Veranlassung geben. Der Magnet stand frei, und überdiefs macht die lange Dauer von zwei Stunden diefs schon unwahrscheinlich [1]). Auch waren die Störungen ganz ähnlicher Art am 2. Sept., und ganz verschieden von denjenigen, welche wir beobachteten, wenn zufälligerweise Eisen

Nadel beobachtet, wird man vielleicht zu genaueren Resultaten über die Verbreitung dieser Abweichungen gelangen. Mittelst des elektrischen Telegraphen kann man sich mit den verschiedenen Stationen verständigen, um zu derselben absoluten Zeit zu observiren. Im Allgemeinen werden hiezu bei grofsen Schwankungen zwei Beobachter erfordert; einer für die Zeitbestimmung, der andere für die Scalentheile; man wird aber auf diese Art die Störungen mit astronomischer Genauigkeit bestimmen können. Ist auch die Zeit astronomisch bestimmt, so kann man nicht nur die an den verschiedenen Stationen erhaltenen Curven mit einander vergleichen, sondern auch den Verlauf der Störungen zwischen den verschiedenen Stationen genau verfolgen. Wenn z. B. ein Stofs an der einen Station eine Sekunde später eintritt als an der andern, wird sich diefs aus dergleichen Beobachtungen ergeben müssen. Zwar wird es seine Beschwerde haben, auf diese Art während vieler Stunden die Beobachtungen fortzusetzen, aber es hat vielleicht gröfseren Werth bei magnetischen Störungen während einer kurzen Zeit die Bewegungen der Nadel gleichzeitig an verschiedenen Stationen genau zu bestimmen, als während ganzer Tage von fünf zu fünf Minuten zu beobachten.

Januar 1861.

IX. *Chemisch-analytische Beiträge;* *von H. Rose.*

Ueber die quantitative Bestimmung des Uranoxyds.

Fällung des Uranoxyds durch Schwefelammonium.

Man kann das Uranoxyd vollständig aus seinen Lösungen in Säuren, nachdem sie durch Ammoniak gesättigt sind, aufser durch Ammoniak auch durch Schwefelammonium niederschlagen. Auch wenn die Lösung viel von ammoniakalischen Salzen enthält, so ist die Fällung vollständig. Nur kohlensaures Ammoniak oder kohlensaure Alkalien überhaupt dürfen nicht vorhanden seyn. Der Niederschlag ist schwarz; wendet man einen grofsen Ueberschufs des Schwefelammoniums an, so kann er braunroth werden. Er ist

starke Hitze und während des allmählichen Erkaltens ein starker Strom von Wasserstoffgas angewandt werden. Enthielt die Lösung viel Kalisalze, oder Salze von anderen feuerbeständigen sehr starken Basen, oder ist die Fällung durch Schwefelkalium bewirkt worden, so können Kali oder andere Basen im Niederschlage enthalten seyn.

Hr. Finkener löste 1,3238 Grm. Uranoxydul (durch Glühen von reinem Uranoxyd in einem Strome von Wasserstoffgas erhalten) in Salpetersäure auf, neutralisirte die Lösung mit Ammoniak und fügte dann Schwefelammonium hinzu. Der Niederschlag wurde eine halbe Stunde hindurch geröstet, und sodann im Wasserstoffstrome geglüht. Es wurden 1,3240 Grm. Uranoxydul wieder erhalten. Dasselbe wurde sodann wiederum in Salpetersäure gelöst; Chlorbaryum brachte in der verdünnten Lösung keine Trübung hervor.

Trennung des Uranoxyds von anderen Metalloxyden.

Die Trennung des Uranoxyds von den meisten Metalloxyden, namentlich von solchen, welche aus ihren Lösungen vollständig durch Schwefelammonium als Schwefelmetalle gefällt werden können, kann sehr gut auf die Weise bewerkstelligt werden, dafs man die Lösung mit kohlensaurem Ammoniak im Ueberschufs versetzt, zu welchem Schwefelammonium hinzugefügt worden ist. Alle Oxyde, welche durch Schwefelammonium in Schwefelmetalle verwandelt werden, setzen sich als solche ab, während das in Uranoxydul verwandelte Uranoxyd sich im kohlensauren Ammoniak auflöst. Man läfst das Ganze in einem bedeckten Glase oder besser in einem verkorkten Kolben sich absetzen, wäscht zuerst den Niederschlag durch Decantiren mit Wasser aus, zu welchem man etwas Schwefelammonium und kohlensaures Ammoniak hinzugefügt hat, und bringt ihn endlich aufs Filtrum. Nach dem völligen Auswaschen mit Wasser, welches die genannten Bestandtheile enthält, wird die filtrirte Flüssigkeit zuerst sehr gelinde erhitzt, um den gröfsten Theil des kohlensauren Am-

moniaks zu verjagen, darauf wird das Schwefelammonium durch Chlorwasserstoffsäure zerstört, durch Salpetersäure das Uranoxydul in Oxyd verwandelt, dieses durch Ammoniak gefällt, und durchs Glühen im Wasserstoffstrome in Oxydul verwandelt. Die Schwefelmetalle werden dann nach bekannten Methoden behandelt.

Zu einer Lösung von 0,849 Grm. krystallisirten salpetersauren Uranoxyds ($\ddot{\dot{U}}\ddot{\dot{N}} + 6\dot{H}$) wurden bedeutende Mengen von schwefelsaurem Zinkoxyd, schwefelsaurem Manganoxydul, schwefelsaurem Kupferoxyd und von essigsaurem Bleioxyd hinzugefügt, und das Ganze mit Schwefelammonium und mit kohlensaurem Ammoniak auf die oben angeführte Weise behandelt. Hr. Finkener erhielt 0,453 Grm. Uranoxydul, also 53,36 Proc. Aus 0,833 Grm. desselben Salzes erhielt er durch Erhitzen und nachheriges Glühen im Wasserstoffstrome 0,447 Grm. Uranoxydul, oder 53,66 Proc.

X. *Vergleichung von Zippe's Vanadit mit der Mineralspecies Descloizit; von Albrecht Schrauf.*

Aus der Gruppe $PbO + m(VO_3)$ wurden im letzten Decennium drei neue Mineralspecies aufgestellt, es sind diefs 1850 Dechenit Bergemann, 1854 Descloizit Damour, 1861 Vanadit Zippe. Der diesen Verbindungen gemeinsame Charakter ist: krystallinisch oder in prismatischen Krystallen, oraniengelber Strich, $H = 3{,}5$, $D = 5{,}8$, $PbO = 50$ bis 60 Proc.

Der Dechenit ward von Krantz am Harz gefunden in krystallinischen Aggregaten; Bergemann bestimmte denselben als $PbO.VO_3$, da nun Beobachtungen über die Krystallgestalt fehlten, so war es begründet, dafs Damour, als er durch Saemann ein Stück Descloizit des Fundorts Peru erhielt, diese wohl bestimmten prismatischen Krystalle als eine neue Species aufstellte; seine Angaben über die übrigen physikalischen Eigenschaften stimmen mit denen von Bergemann überein, nur fand er wegen vieler Beimengungen einen geringern Procentgehalt von Vanadinsäure, so dafs er die Verbindung als $2PbO.VO_3$ ansah.

Ein diesen Verbindungen analoges und, wie ich zu beweisen suchen werde, identisches Mineral fand ich zu Obir bei Kappel in Kärnthen, und gab Zippe Gelegenheit dasselbe unter dem Namen rhombischer Vanadit als eine neue Species zu bestimmen; seine Angaben der Eigenschaften stimmen vollständig mit denen des Descloizit, hingegen die chemische Formel, durch Dr. Tschermak ermittelt[1]), mit dem Dechenit überein. Zippe führt wohl die Uebereinstimmung mit dem Dechenit an und sagt, »dafs wohl kaum zu zweifeln ist, dafs beide als Varietäten einer und derselben Mineralspecies zu betrachten sind,« allein er erwähnt in seiner ganzen Abhandlung nicht des Descloizits, obgleich

1) Dr. Tschermak, Wien. Sitzungsber. XLIV. 157.

Mineralogie eine
Species vorkommen, so mufste ich, v
tenen Substanz aufser den Originale
serlichen Museen von Paris und W
gere Zeit keine andere Stücke dem St
vorhanden sind, die Gelegenheit ergre
Originalexemplar die letzten vergleiche
Um nun den Identitätsbeweis zu führe
eine Gegenüberstellung der Charakteri

Descloizit: Damour[1]).

A) Il constitue un groupe de petits cristaux accolés, ayant environ 1 à 2 millimètres de diamètre, dont la forme est un octaèdre dérivant d'un prisme rhomboïdal droit de 116° 25′ et présentant des troncatures sur les arêtes de la base.

B) Les faces des cristaux,

Va

A) D
stalle, vo
sungen
Linie gro
als rhom
Nur an ei
stallen lie
Abstumpfu
ten wahrn

B) I

cristaux à la lumière réfléchie, on remarque qu'ils sont doués d'un vif éclat.

Leur couleur, en général est le noir foncé; quelques-uns cependant, et surtout les plus petits, montrent une teinte olive avec un éclat bronzé chatoyant. Vus par transparent, ils laissent apercevoir aussi, mais sur le bord des arêtes seulement, une teinte brune tirant sur le rouge.

Ce mineral raye le calcaire, il est rayé par la fluorine.

La densité, prise à la temperature de + 15 degrés centigrades, est de 5,839.

D) Il se dissout à froid dans l'acide azotique étendu de six fois son volume d'eau et laisse un résidu d'oxyde brun de manganèse mêlé d'une quantité variable de sable siliceux provenant de la gangue. La dissolution est incolore.

Chauffé sur le charbon, à la flamme du chalumeau, il se fond, se réduit partiellement en globules de plomb métallique enveloppés d'une matière noire scoriacée. Après le refroidissement du charbon, la masse fondue se montre entourée d'une auréole jaune.

Fondu avec le borax au feu de réduction, il donne un

Glanz ist ziemlich lebhaft und hält Mittel zwischen Demantglanz und Fettglanz.

Die Farbe ist nelkenbraun, der Strich oraniengelb in's ochergelbe geneigt. In lebhafter Beleuchtung zeigen die Krystalle und nachahmenden Gestalten Fluorescenz.

Sie sind durchscheinend mit röthlichbrauner in's hyacinthrothe geneigter Farbe.

Spröde.

Die Härte = 3,0 — 3,5

Das specifische Gewicht wurde von Hrn. Dr. Tschermak an einer sehr kleinen Menge = 5,83 gefunden.

D) Das gepulverte Mineral ist in verdünnter Salpetersäure ohne Aufbrausen vollkommen auflöslich; die Auflösung erscheint ohne merkliche Färbung.

Vor dem Löthrohr schmilzt es auf Kohle in der äufseren Flamme leicht zu einem braunen Kügelchen, welches sich bei fortgesetztem Blasen in der inneren Flamme unter Blasenwerfen zu einer schwarzen Schlacke umändert, in welcher Bleikörnchen deutlich sichtbar sind; dabei bedeckt sich die Kohle mit einer lebhaft grünlich gelben Aureole, deren Farbe nach dem

verre de couleur verte: si l'on y ajoute un peu de nitre et que l'on chauffe en suite au feu d'oxydation, on obtient une teinte violette, qui caractérise la présence des oxydes des maganèse.

E) (Descloizeaux) [1]). *Les faces* $b^{\frac{1}{2}}$ *etant les plus unies et les plus miroitantes, ce sont leurs incidences qui m'ont fourni les éléments nécessaires pour déterminer les dimensions de la forme primitive*

$\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ *adjacent*	127° 10′
$\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ *sur m*	115° 10′
$\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ *sur e*	88° 18′

Erkalten fast verschwindet, bei nochmaliger Erwärmung wieder erscheint.

Mit Borax auf Platindraht giebt es eine dunkel gelblich rothe, nach dem Erkalten dunkel olivengrüne Perle.

E) Nach den von Dr. Grailich und Dr. Weifs vorgenommenen Messungen schwankt die Gröfse der Kante

y zwischen	125° 28′	—125° 56′
x »	113° 15′	—113° 35′
z »	90° 8′	— 91° 30′

Letztere nach 12 Messungen von Grailich.

Combination von Prisma und Doma), wie sie von Zippe für die beobachtete einfache Pyramide angeführt werden, vereinbar wäre. Diese Vermuthung zeigt sich jedoch unbegründet, denn meine jetzigen Messungen an sehr schönen ausgesuchten Krystallen von Vanadit geben für die beiden anliegenden Kanten $(111)(11\bar{1})$ und $(\bar{1}11)(\bar{1}1\bar{1})$ den Werth 91° bis 92°; welcher nicht mit dem von Zippe angegebenen, sondern mit dem von Descloizeaux vollständig übereinstimmt. Es drängt sich mir daher der Gedanke auf, dafs bei dem von Grailich gemessenen Winkel entweder der Pol- und Kanten- oder anderseits der Normal- und Supplementwinkel vertauscht worden sey, indem erstens Grailich die Krystalle (die damals untersucht wurden, wie ich theils selbst weifs, theils mir auch neuerdings Dr. Ad. Weifs bestätigte, bedeutend schlechter ausgebildet waren, als die von mir jetzt ausgesuchten) als pyramidal betrachtete und daher wahrscheinlich den Polwinkel angab, zweitens Dr. Weifs an seinen Exemplaren eben diesen Winkel nicht messen und daher keine Controle seiner Messungen üben konnte.

Meine untersuchten Krystalle waren Octaëder $(111, b\frac{1}{2})$ mit einer feinen Abstumpfungsfläche $(101, m)$; die Winkel liefsen sich an den unter 1 Millimeter grofsen Exemplaren sicher bestimmen; sie sind:

	Descloizeaux.		Schrauf.
	Rechnung	Beobachtung	Beobachtet
$(111)(1\bar{1}\bar{1})$	127° 10′	127° 10′	126° bis 128°
$(111)(1\bar{1}1)$	64° 50′	64° 50′	64° 30′ — 65° 30′
$(111)(11\bar{1})$	91° 42′	—	91° — 92°
$(101)(10\bar{1})$	116° 25′	116° 30′	—
$(101)(\bar{1}11)$	67° 56′	—	66° — 68°

Aus diesen Zahlen, welche, da ich an einigen Krystallen *alle* Winkel zur nöthigen Orientirung mafs, sicher sind, folgt hiemit die krystallographische Identität der Formen

von Descloizit und Vanadit und das Axenverhältnifs ist daher für beide

$$a:b:c = 100:010:001 = 1:0{,}83:0{,}62.$$

Gehen wir nun zur zweiten wichtigen Differenz über, so ist diese: dafs der Descloizit nach Damour $2PbO.VO_4$ ist, während Tschermak den Vanadit als $PbO.VO_3$ bestimmt. Der Mangel an Material, über welchen sich schon die beiden erwähnten Autoren beklagten, hindert wohl bis zur Zeit der Entdeckung eines häufigeren Vorkommens eine definitive Entscheidung.

Tschermak findet 54,3 Proc. PbO, während Damour nach Ausschlufs des Unlöslichen 60,4 Proc. PbO angiebt, hingegen auf die Beimengungen von Zink, Eisen und Mangan Rücksicht nimmt, und so mindert sich bei ihm der Vanadinsäuregehalt herab. Im Vanadit giebt Tschermak als Beimengung Zink qualitativ aber nicht quantitativ an; eine Löthrohrprobe konnte mir nicht genügende Gewifsheit geben, ob noch überdiefs Mangan beigemengt sey. Da der Charakter dieser Beimengungen völlig unbestimmt ist, so kann man wohl den Ausspruch Rammelsberg's (Miner. Chem. 313.) über Descloizit »die Natur des Minerals ist noch nicht sicher« als begründet ansehen. Die Analysen

Von den drei Namen, welche dasselbe Mineral im Laufe des letzten Decenniums erhalten hat, glaube ich nun jenen beibehalten zu müssen, unter welchem die ersten vollständigen physikalischen und chemischen Bestimmungen veröffentlicht wurden: es ist diefs Damour's Descloizit.

Wien, im Mai 1862.

XI. *Ueber die Beobachtung des Erdstromes in Telegraphen-Linien; von Dr. J. Lamont.*

Es sind kürzlich zwei sehr bemerkenswerthe Abhandlungen erschienen, welche auf den causalen Zusammenhang der magnetischen Variationen mit den in Telegraphendrähten beobachteten elektrischen Strömen und auf die Richtung dieser Ströme sich beziehen. Die erste Abhandlung ist von Hrn. C. V. Walker[1]), und hat die an Störungstagen beobachteten Ströme zum Gegenstande. Durch Combination der an verschiedenen Telegraphenstationen der South-Eastern Eisenbahn aufgezeichneten Galvanometerbewegungen gelangt er zu dem Resultate, dafs die aufserordentlichen Ströme, welche von Zeit zu Zeit eintreten, eine bestimmte Richtung haben und von Nordost nach Südwest unter einem Winkel von $41\frac{2}{3}^{0}$ gegen den Meridian sich bewegen; was die Uebereinstimmung mit den magnetischen Variationen betrifft, so weist er zwar die *Gleichzeitigkeit* aber nicht die *Aehnlichkeit* nach, und drückt sich sehr unbestimmt darüber aus, ob die magnetischen Bewegungen theilweise oder ganz den Strömen zuzuschreiben seyen.

Die zweite Schrift ist von Hrn. Lloyd[2]), der aus den

1) C. V. Walker, *On magnetic storms and Earth-Currents. Philos. Trans.* 1860, wovon der Hr. Verf. die Güte hatte, mir einen Separatabdruck zu übersenden.

2) Lloyd, *On Earth-Currents and their connexion with the diurnal*

von Hrn. Barlow[1]) veranstalteten continuirlichen Aufzeichnungen der Telegraphenströme sieben Tage (18., 21., 22., 25., 26., 28., 29. Mai 1848) heraushebt, und die sich ergebenden Mittelwerthe mit den mehrjährigen Mittelwerthen der Declinations- und Intensitätsbeobachtungen in Dublin für den Monat Mai vergleicht. Die Uebereinstimmung ist (allerdings nach mehrfachen Ausgleichungen) sehr befriedigend.

Beide Ergebnisse, die Richtung der Ströme nach Hrn. Walker und die Uebereinstimmung mit dem täglichen Gange der magnetischen Instrumente nach Hrn. Lloyd, stehen mit den von mir in meiner Schrift »Der Erdstrom und der Zusammenhang desselben mit dem Magnetismus der Erde[2])« aufgestellten Lehrsätzen so sehr in Widerspruch, dafs es wohl nicht unzweckmäfsig erscheinen wird, wenn ich hier in Kürze einige Erläuterungen zu geben versuche.

Sowohl Hr. Lloyd als Hr. Walker haben die elektrischen Bewegungen in den Drähten als vom *Erdstrome allein* herrührend und mithin als wahren Ausdruck des Erdstromes betrachtet. Nun zeigen aber meine Beobachtungen, dafs die elektrischen Bewegungen, welche in telegraphen-

Hrn. Baumgartner[1]) veranstalteten Versuche an der Telegraphenlinie Wien-Gratz vergleicht, so wird man wohl zu dem Schlusse kommen müssen, dafs in der oben erwähnten Beziehung die langen Linien gleichen Zufälligkeiten wie die kurzen unterworfen sind. Die Uebereinstimmung, welche Hr. Lloyd gefunden hat, kann ich demnach nur dahin auslegen, dafs die tägliche Periode der Temperatur, welche am meisten Einflufs ausübt, mit der magnetischen Periode eine allgemeine Aehnlichkeit hat, und diese Auslegung finde ich durch den Umstand bestätigt, dafs, wenn man die Telegraphenströme und die correspondirenden Beobachtungen der magnetischen Variationen an *einzelnen* Tagen vergleicht, in den oft sehr beträchtlichen Ein- und Ausbeugungen der Curven die entschiedenste Disharmonie sich offenbart.

Die neue und ganz zweckmäfsige Vergleichungsmethode, welche Hr. Lloyd angewendet hat, macht es unnöthig zu untersuchen, ob die Stärke der Ströme von der Länge und Beschaffenheit der Leitung abhänge; bei dem Resultate des Hrn. Walker aber wäre die Entscheidung dieses Punktes ein wesentliches Erfordernifs gewesen. Aufserdem würde es nöthig gewesen seyn zu untersuchen, in wie fern der Strom von einer Linie auf die andere *übergehen* konnte, denn es ist einleuchtend, dafs, wenn die Erdplatten zweier Leitungen ganz nahe an einander versenkt sind (wie dieſs so häufig der Fall ist), ein solcher Uebergang stattfinden kann. Auf diese Weise könnte ein starker Strom sogar durch eine auf seiner Richtung senkrechte Leitung sich bewegen, wenn er auf diesem Wege in eine andere, mit seiner Richtung näher übereinstimmende Leitung gelangt. Bedenkt man nun, dafs Hr. Walker weder auf die Länge der Linien noch auf den Uebergang der Ströme von einer Linie in die andere Rücksicht genommen hat, und überdiefs die einzelnen Beobachtungen beträchtlich von einander abwei-

1) Baumgartner, Ueber die Wirkung der natürlichen Elektricität auf die Drähte der elektromagnetischen Telegraphen. Pogg. Ann. LXXVI. S. 135.

chen, so erscheint es vorerst am zweckmäfsigsten, eine weitere Bestätigung des erlangten Resultates abzuwarten. Wenn wirklich ein andauernder Strom in der von Hrn. Walker angegebenen Richtung sich fortpflanzen würde, so müfsten die Bewegungen in der Linie Nord-Süd gröfser seyn als in der Linie Ost-West. Ein solcher Fall ist mir jedoch niemals, sey es bei ruhigem, sey es bei gestörtem Stande der magnetischen Instrumente, vorgekommen.

XII. *Berichtigung zu der Abhandlung über das selensaure Nickeloxydul mit fünf Atomen Wasser*[1]*); von Dr. G. vom Rath.*

D[redacted]

ben, daſs dieselben eine beträchtliche Menge von Kali enthalten, und daher ohne Zweifel das Doppelsalz $NiO . SeO_3 + KO . SeO_3 + 6\,HO$ darstellen, womit auch ihre Krystallform im Einklang steht. Es muſs das bei der Bereitung angewandte kohlensaure Nickeloxydul, welches nicht aus dem hiesigen Laboratorium stammte, kleine Mengen von Kali enthalten haben, die sich vollständig in den gröſsern Krystallen des Doppelsalzes sammelten. In den kleinen Krystallen lieſs sich mit Platinchlorid kein Kali nachweisen, nur vermittelst des Spectralapparates waren schwache Spuren desselben erkennbar.«

Es gelten also die von mir angeführten Messungen nicht für selensaures Nickeloxyd, sondern für das Kalidoppelsalz, und es fällt damit der in der Abhandlung angedeutete Widerspruch gegen das Gesetz der Isomorphie fort.

XIII. *Ueber das Badesalz und die Mutterlauge aus dem iodhaltigen Wasser der Dessa Molong auf Java; von E. H. von Baumhauer.*

In der Dessa Molong, District Goenong Kending, Residenz Soerabaya auf der Insel Java, befindet sich ein Brunnen, dessen Wasser wegen seines Iodgehaltes zu medicinischem Gebrauche nach Europa gesendet wird. Am Platze selbst aber findet eine geregelte Gewinnung von Kochsalz und Iod statt. Das Wasser wird nämlich durch Gradiren concentrirt und in eisernen Pfannen verdampft, so lange noch Salz auskrystallisirt. Die übrigbleibende Mutterlauge wird als solche in Flaschen nach Europa geschickt oder kommt auch eingedampft als Badesalz in den Handel, auch wird am Orte selbst die Mutterlauge mittelst Braunstein und Schwefelsäure auf Iod verarbeitet.

Das Wasser aus dem Brunnen der Dessa Molong ist

bereits dreimal chemisch untersucht worden; 1850 durch Hrn. P. J. Maier zu Batavia; 1857 durch Hrn. L. J. J. Michielsen, 1855 geschöpft; 1858 durch Hrn. H. C. Dibbits, 1857 dem Brunnen entnommen; die beiden letzteren Untersuchungen sind im Laboratorium der Utrechter Hochschule vorgenommen [1]). Diese Untersuchungen haben ergeben, dafs 100 Grm. des Wassers enthalten:

	Maier.	Michielsen.	Dibbits.
Kohlens. Kali	—	—	0,0860 Grm.
» Natron	1,1291	—	0,0605 »
» Kalk	0,7115	0,5807	0,6405 »
» Magnesia	0,2476	0,3160	0,2962 »
Chlornatrium	23,025	24,2967	24,0987 »
Iodnatrium	0,0934	0,1040	0,0957 »
Chlorammonium	0,0713	—	—
Kieselsäure	0,0023	0,0474	0,0440 »
Total	25,2802	25,3448	25,3216 Grm.
Freie und gebundene Kohlensäure	0,9053	1,4284	1,6656 Grm.

In diesem Jahre endlich wurde ich zur Untersuchung der Mutterlauge aufgefordert, welche als eine klare braune Flüssigkeit in gewöhnlichen Weinflaschen eingeführt wird mit der Etiquette:

Exploitation des eaux minérales. Eau mère jodurée de Molong. District Goenong Kending, Résidence de Soerabaya, Ile de Java. In einigen Flaschen fanden sich am Boden schiefprismatische Krystalle von $NaCl + 4HO$; die Dichtigkeit der Lauge verglichen mit Wasser von 4° C. wurde gefunden = 1,2332 bei 15° C.

Die chemische Untersuchung, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Assistenten Dr. F. Seelheim ausgeführt habe, hat folgende Resultate ergeben.

10 Ccm. auf Sandfiltern verdampft und bei 130° C. getrocknet, hinterliefsen nach zwei Proben 3,522 und 3,530 Grm. trocknes Salz, also in 1000 Theilen 352,6 feste Bestandtheile.

20 Ccm. wurden mit Wasser auf 100 Ccm. verdünnt und davon 20 Ccm. mit salpetersaurem Silber gefällt und mit Salpetersäure angesäuert; es wurden gefunden 2,9923 Grm. Silberhaloidverbindungen; hiervon wurden genommen 1,9674 Grm., welche durch Umsetzung in Chlorsilber verloren 0,0170; bei einer andern Probe verloren 1,635 Grm. 0,014.

40 Ccm. der Lauge gaben Palladium bei drei Proben 0,071, 0,072 und 0,076, aus welchen Proben sich durch Berechnung auf 1000 Ccm. der Lauge ergeben:

Chlor	17,962
Brom	0,593
Iod	0,435

Aus 40 Ccm. wurden gefunden SO_4Ba 0,210, also SO_4 in 1000 Ccm. 0,216.

20 Ccm. der Lauge wurden mit einem klaren Gemisch von Chlorbarium und Ammoniakflüssigkeit bei Abschluſs der Luft gefällt; der abfiltrirte und ausgewaschene Niederschlag ergab durch Titrirung 0,1905, eine andere Probe 0,1892 Grm. Kohlensäure, woraus sich ergeben in 1000 Ccm. 1,294 CO_2.

Bei der Untersuchung ergab sich ferner, dafs kein Kalk und nur unwägbare Spuren von Eisenoxyd und Magnesia vorhanden waren, so dafs zur Bestimmung der Alkalien 20 Ccm. der Lauge mit reiner Schwefelsäure verdampft und der Ueberschufs der Schwefelsäure durch Glühen und kohlensaures Ammoniak verjagt wurde; es wurden gefunden schwefelsaures Natron und Kali 8,3294.

Endlich wurden aus 20 Ccm. Lauge erhalten Kaliumplatinchlorid 0,7725, also in 1000 Ccm. Lauge 13,044 Natrium und 0,620 Kalium.

Aufserdem wurde durch das Spectrum unter Anwendung eines Babinet'schen Goniometers sowohl in der Mutterlauge, als in dem früher untersuchten Badesalz sehr deutlich die Gegenwart von Lithium angezeigt, welches jedoch nicht quantitativ zu bestimmen war.

Aus den angegebenen Resultaten folgt als Zusammensetzung der Mutterlauge:

[redacted]

ANNALEN No. 7.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND CXVI.

I. *Ueber den Einfluſs von Spuren fremder Metalle auf die elektrische Leitungsfähigkeit des Quecksilbers, sowie Antwort auf die Bemerkungen des Hrn. R. Sabine zu dieser Arbeit;*

von A. Matthieſsen und C. Vogt.

Der Umstand, daſs Quecksilber, sobald es mit Spuren fremder Metalle legirt ist, eine Zunahme und nicht, wie es bei ganz reinen Metallen der Fall ist, eine Abnahme in der Leitungsfähigkeit zeigt, veranlafste uns, die folgenden Versuche anzustellen.

Das hierzu benutzte Quecksilber war auf folgende Weise gereinigt. Es wurde eine längere Zeit unter einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul stehen gelassen und vor dem Gebrauche ungefähr eine halbe Stunde lang mit verdünnter Salpetersäure auf dem Wasserbade erwärmt, alsdann mit destillirtem Wasser gewaschen und auf dem Wasserbade getrocknet.

Vor Beginn der Untersuchung war es nothwendig, sich zu überzeugen, ob die von Siemens aufgestellte Behauptung [1]), »daſs alle metallischen Verunreinigungen sowie *der absorbirte Sauerstoff* die elektrische Leitungsfähigkeit des Quecksilbers vergröſsern,« richtig sey, da unter diesen Umständen die Gegenwart von atmosphärischer Luft einen störenden Einfluſs auf unsere Versuche ausüben könnte. Wird Sauerstoff in der That von Quecksilber absorbirt? Diese Frage mag durch folgende Versuche beantwortet werden.

I. Quecksilber, welches auf dem Wasserbade mit verdünnter Salpetersäure behandelt war, wurde mit destillirtem

1) Diese Annalen Bd. 110 S. 1.

Wasser, das vorher zur Austreibung der Luft ausgekocht war, gut gewaschen und sorgfältig mit Fliefspapier getrocknet; ein Theil davon wurde auf dem Wasserbade eine halbe Stunde lang unter fortwährendem Umrühren zur Entfernung aller Feuchtigkeit erwärmt, ein anderer Theil in einem Liebig'schen Trockenapparat bei 100° C. in einem Strome reinen und trocknen Wasserstoffgases getrocknet. Proben von beiden zeigten nicht den leisesten Unterschied in ihrer Leitungsfähigkeit.

II. Eine zweite Portion wurde nach dem Trocknen auf dem Wasserbade in einer Flasche mit Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur 21 Minuten lang geschüttelt, dann 3 Stunden lang stehen gelassen, während die Flasche noch mit Sauerstoff gefüllt war, und nochmals geschüttelt. Auch dieses Quecksilber besafs dieselbe Leitungsfähigkeit als das obige.

III. Ein dritter Theil von demselben Quecksilber wurde

oder, wenn es dieſs thut, doch nur in so geringen Mengen, daſs seine Leitungsfähigkeit dadurch nicht geändert wird. Da wir nun aber finden werden, daſs eine verschwindend kleine Menge fremden Metalls wesentlichen Einfluſs auf die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers hat, so glauben wir zu der Annahme berechtigt zu seyn, daſs reines Quecksilber niemals Sauerstoff absorbirt oder Oxyd des Quecksilbers auflöst. Daſs das Quecksilber nach der Behandlung, welcher wir es unterwarfen, hinlänglich gereinigt war, wurde festgestellt durch eine Vergleichung mit etwas destillirtem Quecksilber, welches nach der Destillation mit verdünnter Salpetersäure digerirt und in einem Strom Wasserstoffgases getrocknet war.

Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt: An Thermometerröhren von ungefähr 300^{mm} Länge wurden weitere Röhren angeschmolzen und dieselben gebogen wie in nebenstehender Figur. In diese weiteren Röhren tauchten gut amalgamirte Kupferdrähte (5^{mm} dick), welche bis auf den Boden reichten und gleich Kupferplatten einen Verschluſs an den Mündungen der Thermometerröhren bei *a* bewirkten. Weil einige der reicheren Amalgame beim Kaltwerden eine festere Consistenz annahmen, wurden die Kupferdrähte vor dem Eintauchen erwärmt. Wir fanden, daſs es keinen Unterschied machte, ob die weiteren Röhren höher oder niedriger mit Quecksilber gefüllt waren. Das Gewicht des für jede Bestimmung angewandten Quecksilbers betrug 50 Grm.

Um übereinstimmende Resultate zu erhalten, wurden folgende Vorsichtsmaaſsregeln genommen:

I. Die Amalgame wurden in der Röhre selbst bereitet. Dieselbe wurde mit der erforderlichen Quantität Quecksilber gefüllt und dessen Widerstand bestimmt; dieſs wurde stets noch einmal wiederholt, um durch die Uebereinstimmung zweier Versuche sicher zu seyn, daſs keine Luftbläschen in der Röhre waren. Alsdann wurde das Metall ent-

sobald das Rohr leer geworden w
einen Schweif zurückgelassen und
lich versucht haben, einen zusamm
derherzustellen. Es ist beinahe über
die Röhren nach jedesmaligem Geb
säure und dann mit destillirtem W
sorgfältig getrocknet wurden, sowie
den Kupferdrähten nach jeder Best
wenn es nothwendig war, von Neue

II. Da die Leitungsfähigkeit des
war und die Widerstände der mit di
Röhren immer bestimmt wurden, so
dig, die Länge oder den Durchmesser
sen. Wir erhielten daher besser üb
tate bei den Versuchen mit verschie
wir ihre Widerstände mit denen, wen
gefüllt waren, verglichen, als wenn
Durchmesser gemessen und diese Da
bracht hätten.

III. Die zu den Versuchen beni
rein.

tenen Resultate geben; die gefundenen und berechneten Werthe sind auf die Gold-Silberlegirung [1]) bezogen, deren Leitungsfähigkeit bei $0^{\circ} = 100$ gesetzt wurde.

Tabelle I. Quecksilber-Wismuth Reihe.

Zu 100 Theilen Quecksilber wurden hinzugefügt Bi	Volumprocente	Beobachtete Leitungsfähigkeit	Temperatur	Mittel der Leitungsfähigkeit	Mittel der Temperatur	Berechnete Leitungsfähigkeit	Differenz
0,05	0,069	10,932 10,932	13°,0 13 ,1	10,932	13°,05	10,908	+ 0,024
0,1	0,138	10,946 10,947	13 ,3 13 ,0	10,9465	13 ,15	10,906	+ 0,040
0,2	0,276	10,984 10,973	12 ,8 13 ,3	10,9785	13 ,05	10,901	+ 0,077
0,5	0,686	11,066 11,063	13 ,5 13 ,4	11,0645	13 ,45	10,890	+ 0,174
1,0	1,36	11,199 11,200	13 ,2 13 ,3	11,1995	13 ,25	10,869	+ 0,330

Tabelle II. Quecksilber-Blei Reihe.

Zu 100 Theilen Quecksilber wurden hinzugefügt Pb	Volumprocente	Beobachtete Leitungsfähigkeit	Temperatur	Mittel der Leitungsfähigkeit	Mittel der Temperatur	Berechnete Leitungsfähigkeit	Differenz
0,01	0,0119	10,920 10,917	13°,2 13 ,2	10,9185	13°,2	10,915	+ 0,003
0,025	0,0298	10,929 10,928	13 ,0 13 ,1	10,9285	13 ,05	10,922	+ 0,006
0,05	0,0596	10,944 10,944	13 ,2 13 ,2	10,944	13 ,2	10,935	+ 0,009
0,1	0,119	10,972 10,973	13 ,3 13 ,3	10,9725	12 ,3	10,960	+ 0,012
0,2	0,238	11,037 11,038	13 ,2 13 ,6	11,0375	13 ,4	11,009	+ 0,028
0,5	0,593	11,219 11,225	13 ,2 13 ,0	11,222	13 ,1	11,157	+ 0,065

1) Diese Annalen Bd. 112 S. 353.

2,0	2,33	11,702 11,708	13 ,1 13 ,2	11,705
4,0	4,55	11,867 11,879	13 ,0 13 ,4	11,873

Tabelle III. Quecksilber-Zi

Zu 100 Theilen Quecksilber wurden hinzugefügt Sn	Volumprocente	Beobachtete Leitungsfähigkeit	Temperatur	Mittel d Leitungsfähigkeit	pe
0,01	0,0186	10,929 10,930	12°,2 12 ,1	10,9295	12
0,025	0,0465	10,946 10,945	12 ,4 12 ,6	10,9455	12
0,05	0,0930	10,978 10,977	12 ,6 12 ,8	10,9775	12
0,1	0,186	11,041	13 ,2		

Tabelle IV. Queckslber-Zink Reihe.

Zu 100 Theilen Quecksilber wurden hinzugefügt Zn	Volumprocente	Beobachtete Leitungsfähigkeit	Temperatur	Mittel der Leitungsfähigkeit	Mittel der Temperatur	Berechnete Leitungsfähigkeit	Differens
		10,928	13°,2				
0,01	0,0190	10,927	13 ,2	10,929	13°,07	10,943	—0,014
		10,932	12 ,8				
		10,949	13 ,2				
0,025	0,0474	10,950	13 ,2	10,9507	13 ,07	10,992	—0,0413
		10,953	12 ,8				
		10,990	13 ,2				
0,05	0,0948	10,993	13 ,4	10,992	13 ,13	11,075	—0,083
		10,993	12 ,8				
		11,079	13 ,2				
0,1	0,189	11,078	13 ,0	11,077	13 ,07	11,238	—0,161
		11,075	13 ,0				
		11,240	13 ,1				
0,2	0,378	11,236	13 ,1	11,235	13 ,13	11,564	—0,329
		11,230	13 ,2				
		11,708	13 ,2				
0,5	0,940	11,698	13 ,2	11,696	13 ,2	12,538	—0,842
		11,683	13 ,2				
		12,462	13 ,4				
1,0	1,86	12,458	13 ,0	12,450	13 ,27	14,131	—1,681
		12,431	13 ,4				
		13,537	13 ,2				
2,0	3,66	13,569	13 ,0	13,566	13 ,0	17,247	—3,681
		13,593	12 ,8				
		14,644	13 ,3				
4,0	7,06	14,651	13 ,0	14,658	13 ,1	23,133	—8,475
		14,678	13 ,0				

0,025	0,0176	10,929 10,933	13 ,4 12 ,8	10,9
0,05	0,0352	10,945 10,948	13 ,4 13 ,0	10,94
0,01	0,070	10,979 10,976	13 ,2 13 ,2	10,97
0,2	0,141	11,029 11,034	13 ,0 13 ,2	11,031
0,5	0,351	11,294 11,351	13 ,0 13 ,2	11,3225
1,0	0,70	11,567 11,576	13 ,2 13 ,2	11,5715

Tabelle VI. Quecksilber-Sil

Zu 100 Theilen Quecksilber wurden hinzugefügt Ag	Volumprocente	Beobachtete Leitungsfähigkeit	Temperatur	Mittel Leitungsfähigkeit
0,01	0,0130	10,920 10,918	13°,2 13 ,0	10,919
0,025	0,0324	10,930 10,923	13 ,2 13 ,2	10,9265
0,05	0,0648	10,953	13 ,4	

Leider waren wir wegen des Bestrebens der Amalgame, fest zu werden oder zu krystallisiren, gezwungen, unsere Bestimmungen bei einigen Reihen früher als bei den andern aufzugeben, dafs es nach den Versuchen unmöglich schien, constante Resultate zu erhalten. Bei der Quecksilber-Wismuth Reihe liegt der Punkt, wo ein weiterer Zusatz von Wismuth die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers erniedrigt, anstatt sie zu erhöhen (und einen solchen Wendepunkt mufs es geben, da Wismuth schlechter als Quecksilber leitet), zwischen dem ein- und zweiprocentigen Amalgam; genau konnte indessen dieser Punkt aus dem oben angeführten Grunde nicht bestimmt werden.

Für die Berechnungen wurden die in der folgenden Tabelle gegebenen Leitungsfähigkeiten und specifischen Gewichte benutzt.

Tabelle VII.

	Leitungsfähigkeit bei 13° [1])	Spec. Gew. [2])
Wismuth	7,915	9,822
Quecksilber	10,910	13,573
Blei	52,640	11,376
Zinn	78,507	7,294
Zink	184,064	7,148
Gold	494,684	19,265
Silber	633,327	10,468

Aus den mitgetheilten Resultaten wird ersehen werden, dafs Quecksilber, wenn es legirt ist mit sehr geringen Mengen eines fremden Metalls, mit Ausnahme des Zinks, Silbers und Goldes, eine *gröfsere* Leitungsfähigkeit, wenn mit gröfseren Quantitäten, eine *geringere* Leitungsfähigkeit zeigt,

indem in die Rechnung für die Leitungsfähigkeit des Silbers die WWerthe 63,333 und die des Goldes 49,468 anstatt 633,33 und 494,68 eingeführt waren. Hr. R. Sabine hat uns auf diesen Fehler in seinen Bemerkungen zu dieser Abhandlung aufmerksam gemacht, so dafs wir denselben hier berichtigt haben.

1) Diese Annalen Bd. 115 S. 353.

2) Diese Annalen Bd. 110 S. 26.

als sich aus dem Mittel des Leitungsvermögens der relativen Volumina von beiden Metallen berechnet.

Dafs sich Zink verschieden von den andern mit Quecksilber legirten Metallen verhalten würde, konnte erwartet werden; Zink wird sich nur in sehr geringer Menge mit Quecksilber legiren, gerade so wie mit dem Blei und Wismuth [1]).

Wenn man Zink entweder mit Blei, Wismuth oder Quecksilber zusammenschmilzt, so theilen sich sofort die geschmolzenen Metalle, wenn sie auch durch Umrühren gut gemischt sind, in zwei Schichten, deren obere aus Zink mit einer geringen Menge des andern Metalls legirt, und deren untere aus dem andern Metall, mit einer kleinen Quantität Zink legirt, besteht.

Steht das Verhalten des Quecksilbers, wenn es mit Spuren anderer Metalle legirt ist, allein da? Ist es das einzige Metall, dessen Leitungsvermögen durch Spuren frem-

dereintauchen, wie wir fanden, keinen wesentlichen Einfluſs auf die einmal beobachtete Leitungsfähigkeit ausübte. Nachdem zuerst der Widerstand des reinen Metalls bestimmt war, wurden die Legirungen durch Hinzufügen von Spuren des betreffenden Metalls (0,125 bis 4,0 Proc.) in dem Rohre dargestellt. Die Röhre wurde hierbei nach jedem erneuten Zusatze ein wenig hin und hergeneigt, aber wieder mit der Vorsicht, daſs niemals ein Theil des Thermometerrohres leer wurde. Die Resultate, welche wir erhalten haben, können wir nur als qualitative angeben, da wir nicht die Mittel besaſsen, um die hohen Temperaturen mit Genauigkeit zu messen und aufserdem groſse Schwierigkeiten damit verknüpft waren, die Leitfähigkeit geschmolzener Metalle und ihrer Legirungen zu bestimmen. Indessen genügten diese qualitativen Resultate vollkommen, um uns Antwort auf die Frage zu geben, welche wir uns gestellt hatten.

I. Bei einer Erhöhung der Temperatur verliert geschmolzenes *Zinn* an seinem Leitungsvermögen, gewinnt aber bedeutend und plötzlich, wie schon Siemens [1]) beobachtet hat, beim Festwerden, gerade wie Kalium und Natrium [2]); festgeworden zeigt es noch immer mit der fortschreitenden Abkühlung eine Zunahme, aber nur in geringerem Maafse. Kleine Mengen Blei oder Wismuth, welche zum geschmolzenen Zinn hinzugefügt wurden, bewirkten eine Abnahme in der Leitungsfähigkeit in dem Verhältniſs als das Metall zugesetzt wurde.

II. Geschmolzenes Blei verhielt sich ebenso wie Zinn, und wenn Spuren von Zinn hinzugefügt wurden, so wurde eine Zunahme, wenn Spuren von Wismuth, eine Abnahme in der Leitungsfähigkeit beobachtet.

III. Geschmolzenes Wismuth zeigt wie Zinn oder Blei eine Erniedrigung der Leitungsfähigkeit bei Erhöhung der Temperatur, aber beim Erstarrungspunkt verliert es plötzlich und gewinnt dann wieder beim Kälterwerden in sei-

1) Diese Annalen Bd. 110 S. 1.
2) Diese Annalen Bd. 100 S. 188.

nem Leitungsvermögen. Diese Thatsache ist schon von Matteucci [1]) beobachtet und von einem von uns bestätigt worden [2]). Wird geschmolzenes Wismuth mit Spuren von Zinn oder Blei versetzt, so bemerkt man zuerst eine Abnahme, bei weiterm Zusatze eine Erhöhung seiner Leitungsfähigkeit.

Dieſs Verhalten stimmt genau überein mit dem der Metalle in festem Zustande; in der That, wenn wir genauer die Leitungsfähigkeit der geschmolzenen Legirungen hätten bestimmen können, so würden wir ähnliche Curven für die Leitungsfähigkeiten derselben erhalten haben, wie für die Legirungen in fester Form [3]).

Leider sind wir nicht im Stande gewesen, die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers und der Amalgame im festen Zustande untersuchen zu können, da uns die Mittel und Apparate dazu fehlten, dieselben gefrieren zu lassen.

Obige Abhandlung, welche im Märzhefte 1862 des *Philosophical Magazine* erschien, hat im Junihefte derselben Zeitschrift Hrn. R. Sabine Anlafs zu einigen Bemerkungen gegeben, welche wir hier beantworten zu müssen glauben.

Indem Hr. Sabine auf den oben berichtigten Fehler in den berechneten Werthen für die Leitungsfähigkeiten der Gold- und Silberamalgame aufmerksam macht, sagt er S. 457 [4]), »dafs keine Formel gegeben sey, nach welcher die Werthe in der siebenten Columne, überschrieben »berechnete Leitungsfähigkeit« erhalten wären.« Dagegen haben wir in unserer Abhandlung S. 4 gesagt: »Aus den mitgetheilten Resultaten wird ersehen werden, dafs Quecksilber, wenn es legirt ist mit sehr geringen Mengen eines fremden Metalls, mit Ausnahme des Zinks (in diesen Anna-

1) *Ann. chim. et phys. Ser. III T.* 43 *p.* 472.
2) Diese Annalen Bd. 100 S. 192.
3) Diese Annalen Bd. 110 S. 190.
4) Die Citate aus Hrn. Sabine's Schrift beziehen sich auf das Phil. Mag., die aus unserer Abhandlung der einfacheren Vergleichung wegen auf diese Annalen.

len folgen hier noch die Worte: »Silbers und Goldes«) eine *gröfsere* Leitungsfähigkeit, wenn mit gröfseren Quantitäten, eine geringere Leitungsfähigkeit zeigt, als sich aus dem Mittel des Leitungsvermögens der relativen Volumina von beiden Metallen berechnet.« Das Mittel des Leitungsvermögens der relativen Volumina von beiden Metallen bezeichnet deutlich, wie wir meinen, die Methode, nach welcher die Zahlen der siebenten Columne berechnet worden sind.

S. 458 nimmt Hr. Sabine auf eine von Dr. W. Siemens ausgesprochene Ansicht Bezug, »dafs die Leitungsfähigkeit flüssiger Metallgemische die der getrennt neben einanderliegenden Einzelmetalle, im flüssigen Zustande und von derselben Temperatur ist.« Wenn diese Ansicht richtig wäre, so müfsten wir den Werth für die Leitungsfähigkeit eines Metalles, welches mit Quecksilber legirt ist, aus den mit den Amalgamen angestellten Beobachtungen ableiten können, und wir müfsten auch finden, dafs die auf diese Weise aus jeder Beobachtung hergeleiteten Werthe *dieselben* sind. Um zu sehen, wie weit die obige Hypothese begründet sey, geben wir in Tabelle I die aus unsern Versuchen berechneten Werthe für das Leitungsvermögen der mit Quecksilber legirten Metalle, da Hr. Sabine in einer Tabelle S. 459 nur die Mittel der so gefundenen Leitungsfähigkeit zusammengestellt hat.

k-Amalgame.		Gold-Amalgame.			Silber-Amalgame		
Mittlere Leistungsfähigkeit	Abgeleitete Leistungsfähigkeit für Zink	Volumprocente von Gold	Mittlere Leistungsfähigkeit	Abgeleitete Leistungsfähigkeit für Gold	Volumprocente von Silber	Mittlere Leistungsfähigkeit	Abgeleitete Leistungsfähigkeit für Silber
10,929	110	0,0070	10,917	111	0,0130	10,919	80,0
10,9507	96,8	0,0176	10,931	130	0,0324	10,9265	61,7
10,992	97,4	0,0352	10,9465	114	0,0648	10,948	69,5
11,077	99,3	0,070	10,9775	107	0,129	10,984	68,2
11,235	96,9	0,141	11,0315	97	0,259	11,048	64,2
11,696	94,5	0,351	11,3225	128	0,644	11,200	55,9
12,450	93,7	0,70	11,5715	105	1,28	11,5665	62,2
13,566	83,5						
14,658	64,0						

Aus dieser Tabelle wird es klar, dafs die erhaltenen Werthe eine allmähliche Abnahme [1]) zeigen, und dafs wir daher nicht dazu berechtigt sind, wie es Hr. Sabine S. 459 gethan hat, die Mittel derselben zu nehmen und diese »die Leitungsfähigkeiten der Metalle im flüssigen Zustande« zu nennen. Freilich sagt Hr. Sabine S. 460, dafs wir im Stande wären, die Leitungsfähigkeiten der flüssigen Metalle nur aus den an diesen armen Amalgamen herzuleiten; aber wo ist hier die Gränze für das eine und wo für das andere Metall, bis zu welcher die Versuche für die Berechnung benutzt werden dürfen? Die Versuche selbst scheinen keine solche Beschränkung zu geben, und wenn wir daher nach Willkür das eine Mal hier, und das andere Mal dort anfangen oder aufhören, so finden wir das eine Mal diesen, und das andere Mal jenen ganz verschiedenen Werth für »die Leitungsfähigkeit eines Metalls im flüssigen Zustande.«

Ferner sagen wir in unserer Abhandlung S. 5: »Wird geschmolzenes Wismuth mit Spuren von Zinn oder Blei versetzt, so bemerkt man zuerst eine Abnahme, bei weiterem Zusatze eine Erhöhung seiner Leitungsfähigkeit; .... in der That, wenn wir genauer die Leitungsfähigkeiten der geschmolzenen Legirungen hätten bestimmen können, so würden wir ähnliche Curven für die Leitungsfähigkeiten derselben erhalten haben, wie für die Legirungen in fester Form.« Nach obiger Hypothese sollten wir gar keine Abnahme in dem Leitungsvermögen des geschmolzenen Wismuth gefunden haben, wenn wir Spuren von Blei oder Zinn hinzufügten, sondern nur eine Zunahme, da sowohl Blei wie Zinn eine gröfsere Leitungsfähigkeit besitzen, als

1) Kleine unvermeidliche Beobachtungsfehler haben wesentlichen Einfluſs auf diese Zahlen wegen der so geringen Menge des mit dem Quecksilber legirten Metalls. So z. B. wurde die Leitungsfähigkeit des Silberamalgams, welches 0,025 Proc. Silber enthält, zu 10,930 und 10,923 gefunden, und wenn wir hieraus wie oben die Leitungsfähigkeit des Silbers ableiten, so kommen wir zu den Zahlen 72,5 und 50,9. Ebenso entsprechen den Werthen, welche für das Amalgam mit 0,025 Proc. Zink gefunden wurden, die Leitungsfähigkeiten 93,2, 95,4 und 102,0.

...schieden, so finden wi
13°, während der wahre Werth 99,
berechnete Zahl ist viel zu niedrig,
erinnern, dafs wir zur Ableitung dies
men haben, dafs das Leitungsvermög
in seinen Amalgamen unverändert bl
welche äufserst zweifelhaft erscheint.

Betrachten wir sodann die Curven,
fähigkeiten[1]) ausdrücken, so finden wi
von Blei-Silberlegirungen, welche nah
derstand haben. Ebenso weichen die
vieler Zinn-Silberlegirungen nur wenig
Nehmen wir nun die aus unsern Vers
Mittelwerthe und supponiren, dafs der A
Leitungsfähigkeiten der Componenten an
nehmen, in dem Verhältnifs der relative
so kommen wir zu Zahlen, welche wirkl
den durch die Versuche gefundenen übe
geben in Tabelle II diese Zahlen und
gleichung Werthe, welche auf dieselbe
dem Unterschiede berechnet sind, dafs
keiten der starren Metalle benutzt wurd

1) Diese Annalen Bd 110 S. 190.

Tabelle II.

Blei-Silberlegirungen.

Legirung	Volumprocente von Blei	Mittlere Leitungsfähigkeit	Berechnete Leitungsfähigkeit	
			Blei = 61,3 Silber = 66,0	Blei = 52,6 Silber = 633,3
Pb_{50} Ag	97,79	52,6	61,4	65,4
Pb_{20} Ag	94,64	53,6	61,6	83,6
Pb_{8} Ag	87,60	56,5	61,9	124,6
Pb_{4} Ag	77,90	59,7	62,3	180,7
Pb_{2} Ag	63,86	71,0	63,0	262,5
Pb Ag	46,90	77,8	64,8	361,0

Zinn-Silberlegirungen.

Legirung	Volumprocente von Zinn	Mittlere Leitungsfähigkeit	Berechnete Leitungsfähigkeit	
			Zinn = 75,5 Silber = 66,0	Zinn = 78,5 Silber = 633,3
Sn_{180} Ag	99,28	75,6	75,4	82,5
Sn_{50} Ag	97,47	76,2	75,3	92,5
Sn_{36} Ag	96,52	76,2	75,2	97,8
Sn_{24} Ag	94,87	77,0	75,0	107,0
Sn_{18} Ag	93,28	76,9	74,9	115,8
Sn_{12} Ag	90,25	76,7	74,6	132,6

Die in Columne 3 und 4 gegebenen Werthe stimmen so gut, als nur erwartet werden kann, und wenn wir die Annahme berücksichtigen, dafs die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers an der seiner Amalgame in dem Verhältnifs der angewandten Volumina Antheil nimmt, und dafs wir uns nur der Mittel der aus den Versuchen abgeleiteten Werthe bedient haben, obwohl es nach Tab. I klar ist, dafs der Antheil, welchen ein Metall an der Leitungsfähigkeit der Legirung nimmt, kein constanter Werth ist, sondern wechselt mit der Menge des Metalls, welche hinzugefügt wird.

Wenn wir die Annahme gelten lassen, dafs die Leitungsfähigkeit einer Legirung gleich ist der von Paralleldrähten der sie bildenden Componenten, so finden wir bei den starren Legirungen (und zwar bei denjenigen, welche als Lösung des einen Metalls in dem andern betrachtet werden können), dafs bisweilen die Leitungsfähigkeiten

...heit beider Metalle,
rung zusammentreten, eine andere
Kupfer-, Gold-Silber-Legirunge
lichkeit nach bei den Amalgamen.

Die oben angeführte Vergleich
zuzeigen, dafs die Leitungsfähigk
Metalle einer Legirung denselben
resultirende Legirung eine starre
dafs Dr. Siemens' Hypothese, vo
»dafs die Leitungsfähigkeit flüssiger
getrennt nebeneinander liegenden
gem Zustande und von derselben Te
dann Folgende in der schon citirten
Grund der grofsen Verminderung
starrer Legirungen nur im Erstarru
suchen ist,« durch keine Thatsache u

Wir haben die Absicht, diese Pu
besprechen in einer Abhandlung, »Ue
Temperatur auf die elektrische Leitun
rungen,« welche wir in Kurzem zu ve
Wir glauben schon jetzt im Stande zu
niger neu gewonnenen Daten aus den
theil zu ...

... wi ... hen ...

flüssiges Silber bei 15° nach drei Versuchen zu 8,8, 9,3 und 7,8, indem er Quecksilber als Einheit annahm. Diese Zahlen unterscheiden sich nicht eben wesentlich von 5,6 [sollte heifsen 6,05 [1])], dem in Columne *B* gegebenen Werthe, welcher auf dasselbe Maafs zurückgeführt ist, wenn wir dabei erwägen, dafs das Leitungsvermögen von starrem Silber nach Dr. Matthiefsen nicht weniger als 58,04 (sollte heifsen 65,9 [2]) und nach Dr. Siemens 64,78 ist.« Hier drängt sich uns aber nun die Frage auf, wie kommt es, dafs die für die Leitungsfähigkeit des Silbers abgeleiteten Werthe so sehr differiren? Wir wollen die von Dr. Siemens angestellten Beobachtungen und unsere eignen vergleichen, und da die für das Zink erhaltenen Werthe ebenso grofse Unterschiede zeigen, so wollen wir diese mitaufführen, indem wir die Gold Silberlegirung (hartgezogen) = 100 bei 0° setzen.

Tabelle III.

Siemens.		Matthiefsen und Vogt.	
Silberprocente in dem Amalgam	Abgeleitete Leitungsfähigkeit des Silbers	Silberprocente in dem Amalgam	Abgeleitete Leitungsfähigkeit des Silbers
0,044	96,0	0,05	69,5
0,21	101,5	0,10	68,2
0,53	85,1	0,20	64,2
		0,50	55,9
Zinkprocente in dem Amalgam	Abgeleitete Leitungsfähigkeit des Zink	Zinkprocente in dem Amalgam	Abgeleitete Leitungsfähigkeit des Zink
0,760	138	0,5	94,4
0,825	122	1,0	93,7
1,520	122	2,0	83,5

1) Hr. Sabine hat wahrscheinlich einen kleinen Fehler in der Berechnung der Werthe für die Leitungsfähigkeit des Silbers gemacht. Er hat als Mittelwerth 61,46 anstatt 66,0 gegeben.

2) Hr. Sabine hat hier die Leitungsfähigkeit eines hartgezogenen Silberdrahtes bei 13° mit der eines weichen bei 0° verglichen. Er sollte indessen den für einen weichen Draht gegebenen Werth, nämlich 66,6, benutzt haben (diese Annalen Bd. 112 S. 35), oder noch richtiger den in einer späteren Abhandlung (diese Annalen Bd 115 S. 363) angegebenen 65,9, welcher das Mittel verschiedener Versuche ist.

Amalgamen in die Thermometerr
chen stattgefunden habe, und da
cheren Amalgame gefundenen We
als sie es in der That sind.« Fer
es besser gewesen seyn würde, di
mung verwandte Probe des Amalga
Die beste Antwort, welche wir hie
mit wenigen Worten die Art und
in welcher wir die Amalgame darst
Alle Amalgame wurden in der Rö
welcher sie bestimmt wurden; dann
wir sie erst bereiteten und dann die
wie es Dr. Siemens mit den Zinka
constanten Resultate erhalten werden
mit denen nicht, welche beim Erkalten
den), und es ist ein grofser Grad vor
vorhanden, dafs beim Experimentiren
das Amalgam in den engeren Röhren n
mensetzung wie in den weiteren hatt
nach der Widerstandsbestimmung den
hätten analysiren wollen, wie es Dr.
würde es
i
endig gewesen

dieses dann analysirt worden, so würde es eine geringere Menge fremden Metalls enthalten haben, als das Amalgam, dessen Widerstand bestimmt wurde, und es würden daher die für die Leitungsfähigkeit der Metalle abgeleiteten Werthe zu hoch ausgefallen seyn. In Dr. Siemens Abhandlung finden wir weder eine Beschreibung der Methode, welche er zur Vermeidung dieser Fehlerquelle angewandt hat, noch eine Angabe, wie er die Analyse seiner Amalgame ausgeführt, welche so sehr geringe Mengen der fremden Metalle enthielten. Dafs zu diesen Fehlern Gelegenheit geboten ist, haben wir oft beobachten können; denn wenn nach der Widerstandsbestimmung eines reicheren Amalgams einer der Zuleiter entfernt und unmittelbar darauf wieder an seinen Platz gebracht wurde, so war der Widerstand wesentlich verändert; aber wenn dann beide Zuleiter entfernt, und die Röhre über einer Lampe erhitzt wurde, bis das Amalgam wieder vollkommen flüssig war, und dann der Widerstand mit den hier detaillirten Vorsichtsmaafsregeln wieder bestimmt wurde, so war er derselbe, wie der zuerst beobachtete. In unseren Versuchen [1]) wurde die Röhre mit der erforderlichen Menge Quecksilbers gefüllt und dann nach Hinzufügung des andern Metalls sorgfältig über einer Lampe erhitzt, während das Quecksilber fortwährend von einem Schenkel zum andern lief; noch heifs wurde dann die Röhre in den Trog gebracht und die Kupferdrähte (welche vorher erhitzt waren bei den Versuchen der beim Erkalten theilweise festwerdenden Amalgame) in die weiteren Röhren eingetaucht. Aus der Form unserer Röhren (S. 371) ist es klar, dafs die dicken Kupferdrähte, welche bis auf den Boden der weiteren Röhren reichten, die Mündungen der Thermometerröhren verschlossen und daher die Filtration eines ärmeren Amalgams in dieselben verhindern mufsten. Der Trog wurde dann mit Wasser gefüllt und der Widerstand des Amalgams bestimmt, sobald es die Temperatur des Bades angenommen hatte. Indem wir auf diese Weise experimentirten, konnte wohl nicht gut eine Filtration von

1) Die übrigen Einzelheiten s. o. S. 371.

einen bindenden Beweis dafür, dafs u
keinem derartigen Fehler behaftet waren.
Uebereinstimmung, dafs die Menge des
hitzens oxydirten Metalls so gering wa
Resultate keinen Einflufs hatte. Denn
Tabelle IV die Werthe, welche für di
des Zinn aus den Zinnamalgamen, welche
Mittheilung [1]) aufgeführt sind, mit denen
Abhandlung, so finden wir sie fast identi

Tabelle IV.

Volumprocente von Zinn	Abgeleitete Leitungsfähigkeit des Zinn	Volumprocen von Zinn
0,0186	107,6	0,0186
0,0372	94,1	0,0465
0,0930	87,1	0,0930
0,186	80,2	0,186
0,372	78,8	0,371
0,926	77,2	0,922
1,84	62,6	1,83
3,66	49,4	3,59
7,19	43,0	6,93
	Mittel 75,5	

Bezüglich d... nerkungen über die A...
renin

Ebenso unentschieden scheint es uns, ob nicht Dr. Siemens bei seinen Versuchen mit den Silberamalgamen in den verschiedenen Theilen der Röhre Amalgame von verschiedener Zusammensetzung hatte, da die Probe mit Hülfe einer kleinen Druckpumpe hineingepreſst wurde. Auch einen wichtigen Umstand dürfen wir nicht übersehen, daſs Hr. Sabine nämlich nicht in Betracht zieht, ob die Amalgame beim Abkühlen fest werden oder nicht, sondern die Werthe für die Leitungsfähigkeit der Metalle »im flüssigen Zustande« aus allen Beobachtungen ableitet.

Schliefslich bemerkt Hr. Sabine S. 459, »daſs wir nicht in unsern Berechnungen die Leitungsfähigkeiten der starren Metalle neben den des flüssigen Quecksilbers hätten bringen sollen.« Daſs wir die berechneten Leitungsfähigkeiten angeführt haben, soll nur zeigen, daſs die Amalgame die Elektricität nicht in dem Verhältnisse des Leitungsvermögens der relativen Volumina der Bestandtheile leiten, wie man wohl *a priori* gedacht haben könnte. Und wenn wir solche Berechnungen nicht anstellten, so würden wir in vielen Fällen keine Einsicht in die Gesetze erlangen, welche diese Eigenschaften bestimmen. Nur dadurch, daſs wir in dieser Weise die Leitungsfähigkeit berechnet haben, sind wir z. B. im Stande gewesen, eine Methode zu entdecken, nach welcher man die procentische Abnahme in dem Leitungsvermögen einer Legirung zwischen 0° und 100° voraussagen kann; es ist hiezu in der That die berechnete Leitungsfähigkeit nöthig. Und wir haben es weiter schon als mehr als wahrscheinlich erwähnt, daſs, wenn Metalle in Lösung neben einander existiren, der Antheil, welchen sie an der Leitungsfähigkeit der Legirung nehmen, derselbe sey, mag die letztere eine starre oder flüssige seyn.

Im Vorhergehenden haben wir mit der Hypothese, von welcher wir ausgingen, angenommen, daſs die Amalgame nur eine Lösung des einen Metalls in dem andern seyen, aber wir haben es schon dargethan, daſs dieſs bei den reicheren Amalgamen des Zinks nicht der Fall ist; und da wir gegenwärtig noch so wenig über die chemische Natur

Componenten auf die Eigenschaften
über deren chemischen Charakter wir
nifs besitzen.

London, im Juni 1862.

II. *Ueber das Schillern gewis*

von E. Reusch.

Die schönen Farbenerscheinungen, we
und gewisse Sorten Adular zeigen, sind,
läfst, schon mehrfach Gegenstand der Unt
Vor Allen ist hier zu nennen der mar
J. F. Ch. Hessel in Kastner's Archiv
Naturlehre, Bd. X S. 273 Jahrg. 1827. S
gen sind mit Sachkenntnifs angestellt, ei
setze dieser Erscheinungen sind von ihn
und durch artige Versuche erläutert worden
dieser reizenden Erscheinungen hat er sich
al

vielfacher Messungen. Eigentlich ist aber diese Arbeit nur der Vorläufer einer Abhandlung von Nils Nordenskjöld über denselben Gegenstand, welche von Dr. Senff übersetzt im Bd. XIX S. 179 Jahrg. 1830 dieser Annalen steht, unter dem Titel: »Untersuchung einiger neuen Phänomene beim Farbenspiel des Labradors.« Diese Abhandlung ist dadurch bemerkenswerth, dafs sie, gestützt auf viele Messungen an vortrefflichem Material, zu dem Resultate kommt, dafs dieses Farbenspiel *nur auf der Oberfläche* des Minerals entstehe, so schwer man auch beim Betrachten die entgegengesetzte Meinung aufgeben möge, dafs dasselbe von einer Brechung des Lichts innerhalb des Krystalls und darauf folgender Reflexion an inneren Durchgangsflächen herrühre. Für die Unzulässigkeiten der letzteren Annahme wird sogar (l. c. pag. 189) eine Art strengen Beweises geliefert, und es ist nicht undenkbar, dafs diese mit so ausgezeichnetem Materiale angestellten Versuche und ihre Resultate andere Forscher abgehalten haben, die geheimnifsvolle Erscheinung wieder anzufassen. Ich halte es daher für einen glücklichen Zufall, dafs ich, ohne von Nordenskjöld's Arbeit zu wissen, im Sommer 1861 ein einfacher organisirtes schillerndes Mineral, nämlich den Adular vornahm, der meine Aufmerksamkeit schon vor längerer Zeit durch einen blauen Schein, den manche Stücke auf einer senkrecht zur optischen Mittellinie geschliffenen Fläche zeigen, auf sich gezogen hatte. Der Gedanke, dafs dieser nur in bestimmter Stellung des Krystalls sichtbare Schein von Licht herrühre, das durch innere, nicht direct sichtbare gegen die Eintrittsfläche geneigte Absonderungen zum partiellen Wiederaustritt veranlafst worden ist, hatte sich meiner sehr bald bemächtigt. Es war aber nöthig, diese Hypothese von inneren Absonderungen oder Durchgängen nach allen Richtungen zu prüfen. Das hierzu nöthige Material, nämlich schillernde Adulare vom Zillerthal, vom St. Gotthardt, Mondsteine von Ceylon, erhielt ich in liberalster Weise von meinem verehrten Collegen Quenstedt, dem ich überhaupt so ziemlich Alles verdanke, was ich über die Gesetz-

I. Optische Wirkungen innerer D
Gesetze der Erscheinun

§. 1

Die optische Wirkung innerer, geg
des Lichts geneigter Spiegelflächen läf
nes sehr einfachen Apparats nachwei
ein Glasprisma von kleinem brechen
(Fig. 16 Taf. III) auf einem gleichen un
Prisma *BCD* von Holz, Kork oder noch
stelle die Vorrichtung auf einer horizo
auf, dafs die Einfallsebene des Lichts
menkante *B* ist und die Hypotenusenfl
Lichtquelle hin abfällt. Die Kathetenfl
send geschwärzt. Alsdann wird ein s
Fläche *AB* befindliches Auge Licht e
welches längs *La* einfallend, nach *ab* ge
bcM zurückgeworfen wird; das gespieg
langt nicht in's Auge. Beobachtet man a
es allezeit Strahlen von solcher Richtung
Brechung in *a* und Reflexion in *b* vertic
achtet man mit einer Flamme, so kann ders
Regulirung ihrer Höhe und ihres Abstand
re

den Farbensäumen der horizontalen Fenstersprossen findet natürlich das Umgekehrte statt.

Ist das untere Prisma *BCD* von demselben Glase wie das obere, so hat man ein Parallelepiped mit einer eingeschlossenen schrägen Luftlamelle *BC*; alsdann ist die Intensität des nach *cM* austretenden Lichts stärker, namentlich kann man aber diese Vorrichtung um eine zum Querschnitt *AD* senkrechte Axe um 180° drehen, ohne dafs im Habitus der Erscheinung etwas geändert wird, weil nach dieser Drehung die nunmehrige Eintrittsfläche *CD* gegen die Lamelle *BC* dieselbe Lage hat, wie vorher *AB*. Bei sehr kleiner Dicke der Lamelle *BC* können überdiefs längs *cM* Interferenzfarben gesehen werden.

Dreht man die obige Vorrichtung (Fig. 16 Taf. III) auf ihrer horizontalen Unterlage, also um eine verticale Axe, so bleibt natürlich das Spiegelbild, welches der Reflexion an *AB* entspricht an derselben Stelle; dagegen ändert sich die Richtung des von Innen kommenden an *BC* gespiegelten Lichts mit der Drehung nach einem später zu besprechenden Gesetze; namentlich tritt das aus dem Glase auftauchende Licht aus der Einfallsebene heraus und es kann sogar der Austritt durch innere totale Reflexion an *AB* unmöglich werden. Im Spectrum einer Flamme bleibt, so lange dieselbe überhaupt sichtbar ist, das Roth der Flamme zugekehrt.

Hat man die Vorrichtung um 180° im Horizont herumgedreht und sie dadurch in die Stellung Fig. 17 gebracht, so ist einleuchtend, dafs ein senkrecht über *AB* befindliches Auge weder an *AB* gespiegeltes, noch von Innen kommendes Licht erhält. Erhebt man aber die dem Beobachter zugekehrte Seite *AC* um *D* als Axe so lange bis *AB* senkrecht zum einfallenden Licht *La* steht (Fig. 18), so gelangt wieder Licht auf dem Wege *abcM* in's Auge und man sieht leicht, dafs *Mc* mit *La* denselben Winkel bildet, wie die gleichnamigen Strahlen der Fig. 16.

§. 2.

Enthält ein Krystall im Innern sichtbare Blätterdurch-

gänge oder eingesprengte unter einander parallele spiegelnde Lamellen eines fremden Körpers, welche mit einer natürlichen oder geschliffenen Seitenfläche einen mäfsigen Winkel machen, so beobachtet man ganz analoge Erscheinungen. Hieher gehört insbesondere das Lichtspiel des Sonnensteins, dessen innere Lamellen nach den Untersuchungen von Scheerer (diese Annalen Bd. 64 S. 153) aus Eisenglanz bestehen. In der Sehweite, oder mit der Lupe betrachtet, zeigt dieses Mineral bei richtiger Stellung gegen das Licht eine Menge glänzender vielfarbiger Punkte; bei möglichster Annäherung des freien Auges sieht man aber sehr deutlich das Spectrum der Sonne oder einer Flamme, so wie die Farbensäume der horizontalen Fenstersprossen in der §. 1 beschriebenen Weise.

Der Winkel, den die Lamellen mit der Oberfläche machen, darf übrigens, wenn sie Licht nach Aufsen senden sollen, eine gewisse Gröfse nicht überschreiten. Der von

zeigt das Aventurisiren in viel ausgezeichneterem Grade als das Labradorisiren.

§. 3.

Die Erscheinung des Schillerns gewisser Krystalle besteht bekantlich darin, dafs sie, ungefähr aus der Sehweite betrachtet, nach einer Richtung, welche oft stark abweicht von der Richtung des an der Oberfläche gespiegelten Lichts, einen Glanz zeigen, welcher je nach Umständen jede Farbe haben kann. Liegt die Krystallfläche horizontal vor einem Fenster oder einer Lichtflamme, so kann man es, wie bei der in §. 1 besprochenen Vorrichtung, dahin bringen, dafs für eine gewisse Orientirung des Krystalls der Schiller oder Glanz senkrecht von demselben ausgeht. In diesem Falle liegt die Richtung des Glanzes in der Einfallsebene und man überzeugt sich leicht, dafs, so lange die Richtung des einfallenden Lichts in dieser Ebene, welche die Haupteinfallsebene heifsen mag, bleibt, auch die Richtung des Glanzes nicht aus derselben heraustritt. Dreht man den Krystall um eine zur Haupteinfallsebene senkrechte Axe um 180°, so dafs die untere Fläche nach oben kommt, so bleibt der Glanz ungeändert. Dreht man ihn aber um eine verticale Axe um 180°, so verschwindet der Glanz für das senkrecht darüber befindliche Auge, erscheint aber wieder, wenn die dem Beobachter zugewandte Seite erhoben wird, bis die Krystallfläche normal zum einfallenden Licht steht. Verfolgt man, von einer Glanzstellung ausgehend, die wandelbare Richtung des Glanzes bei allmählichem Drehen um eine verticale Axe, so sieht man diese Richtung aus der Einfallsebene heraustreten und nach und nach immer schiefer werden. Dieſs sind der Hauptsache nach die schon von Hessel erkannten Eigenschaften schillernder Krystalle. Die Aehnlichkeit dieser Erscheinungen mit den in §. 1 beschriebenen springt in die Augen und die Vermuthung liegt nahe, dafs das Schillern der Krystalle herrühren könnte von sehr feinen, die ganze Masse des Krystalls durchziehenden, gleich orientirten Absonderungen oder Durchgängen, welche gegen die äufsere Fläche des Krystalls geneigt sind.

wie BC nach vorn abwärts genei

Alle schillernde Krystalle zeig
habe, weitere Erscheinungen, we
lassen über die Zulässigkeiten jen
Befindet sich das freie Auge in m
schliffenen schillernden Fläche, so s
des Glanzes ein mehr oder weniger
Bild der Lichtquelle. Der verticale
zes wird allezeit deutlich erkannt, s
wie es scheint, wegen complexer inn
wenig zu genauen Messungen eignet.

Im schillernden Adular, besonde
erkennt man auch die horizontalen F
deutungen von Farbensäumen in de
wie bei den Versuchen mit dem Prism
stein. Da ferner, wie gezeigt werden
inneren Durchgänge durch optische Beo
werden kann, so kann man den schille
parallel den inneren Durchgängen schle
schwindet der Zauber der Erscheinung
farbigen Glanzes fällt mit der Richtun
Lichts zusammen. Solche Sc
la

fläche; dann aber auf einer bestimmten Seite des Spiegelbildes, in gröfserem Abstand als das benachbarte Gitterspectrum ein Nebelbild, das er (l. c. pag. 141) gewifs mit Recht durch Zurückwerfung des eingedrungenen Lichts an den inneren geneigten Schichten der Perlmutter erklärt, wobei natürlich angenommen werden mufs, dafs diese inneren Schichten nicht in allen Punkten in Berührung sind, sondern stellenweise und wohl in sehr kleinen Intervallen Absonderungen darbieten, welche die Reflexion des eingedrungenen Lichts ermöglichen. Wegen des wellenförmigen Habitus der über einander gelagerten Schichten der Perlmutter gelingt es aber nicht leicht ein Stück zu finden, welches das Nebelbild mit gehöriger Deutlichkeit zeigt. Gewöhnlich sieht man in der Nähe an einem der Gitterspectren einen gefärbten Fleck von unregelmäfsigen Umrissen und an eine Messung ist nicht zu denken. Kommen dagegen in Krystallen sehr feine innere Absonderungen vor, so läfst sich erwarten, dafs dieselben eine feste Richtung einhalten, einer bestimmten wirklichen oder möglichen Krystallfläche parallel seyen und dafs sich daher jene von den Brechungen und inneren Reflexionen abhängigen Erscheinungen an den Krystallen mit gröfserer Präcision zeigen. Dagegen verschwinden, theils wegen der aufserordentlichen Feinheit der Absonderungen, theils wegen der gröfseren Härte und Gleichartigkeit der schillernden Krystalle, die Beugungserscheinungen an der natürlichen oder geschliffenen Fläche wie es scheint fast vollständig.

Es giebt Adulare und Labradore, welche in hohem Grade schillern, und andere, die es in geringerem Grade oder absolut nicht thun. Das Vorhandenseyn der inneren Absonderungen ist also diesen Stoffen nicht wesentlich. Fremde Beimischungen, die besondern Umstände der Krystallisation waren hier wohl von Einfluſs. Die Feldspäthe scheinen in dieser Beziehung bevorzugt; ich halte es aber für wahrscheinlich, dafs auch in andern Krystallen die das Schillern bedingenden Absonderungen existiren können, dafs es aber passender Schliffe bedarf, um durch Verkleinerung

chen, Erscheinungen, welche denen de
stalle analog sind. Beim geräucherten
gar möglicherweise noch Beugungsersch
ler treten. Allezeit läfst sich bei dera
gen des bekannten Fasernlaufs die für
stigste Stellung des Objects zum Vorau
maserige wimmerige Holz verdankt die
Oberfläche den unter allen möglichen V
Aufsenfläche verlaufenden Holzfasern, de
matische Spitzen immerhin einen gehörige
sichtigkeit haben, um Licht, wenn auch
eindringen zu lassen und an stellenweise
wieder nach Aufsen zu senden.

§. 4.

Die schärfste Probe, auf welche man d
den inneren Durchgängen stellen kann, be
dafs man die optischen Consequenzen
theoretisch feststellt und diese mit directe
und Messungen an schillernden Krystall
Natürlich kann es sich hier zunächst nur
des Schillerns, nicht aber um dessen Quali
diese hängt von Elementen ab, die sich
ziel

Durchgänge. Aus O werden nur zwei Halbkreise beschrieben, der erste mit dem beliebigen als Einheit angenommenen Halbmesser, der zweite mit einem Halbmesser On gleich dem Brechungscoëfficienten n für mittleres Licht. Die durch On und Oi gelegte Ebene (die Ebene des Papiers) ist dann die Haupteinfallsebene und wir betrachten zunächst den Fall, dafs das einfallende Licht in dieser Ebene liege. Ist nun LO ein einfallender Strahl, so projicire man L nach On auf den äufseren Kreis in l; dann ist lO die Richtung des gebrochenen Strahls. Da dieser an einer inneren Lamelle zurückgeworfen wird, so mache man $im=il$; dann ist Om die Richtung des reflectirten Strahls im Innern des Krystalls, und wenn man endlich m auf den innern Kreis in M projicirt, so ist OM die Richtung, nach welcher ein Theil des längs LO auffallenden und in den Krystall eingedrungenen Lichts ins alte Mittel zurückkehrt; OR ist die Richtung des an der Oberfläche gespiegelten Lichts.

Setzt man den Einfallswinkel $LOn=\alpha$, den zugehörigen Brechungswinkel $lOn=\beta$, den Winkel der inneren Durchgänge mit der Krystallfläche $iOn=\varphi$, ferner $\angle mOn=\beta_1$, $\angle MOn=\alpha_1$, so bestehen folgende drei Relationen:

1) $\sin\alpha=n\sin\beta$, $\frac{1}{2}(\beta+\beta_1)=\varphi$, $\sin\alpha_1=n\sin\beta_1$,

so dafs also, wenn α, φ und n gegeben sind, der Winkel α_1 und somit der Winkel $MOR=\alpha+\alpha_1$, d. h. der Winkel zwischen der Richtung des Schillers und des gespiegelten Lichts gefunden werden kann. Kennt man umgekehrt durch Messung α und α_1, sowie n durch eine besondere Bestimmung, so ergiebt sich φ aus der mittleren der drei Gleichungen, und es dürfte als eine Bestätigung der Hypothese angesehen werden, wenn man für die verschiedensten Incidenzen doch immer sehr nahe denselben Werth von φ erhielte.

Durch Discussion der obigen Gleichungen, oder wie ich lieber möchte durch Anschauung der Fig. 19 Taf. III erhält man nun ein Bild aller Verhältnisse, namentlich der Haupt- und Gränzfälle. Nimmt man auf dem äufseren

ner ersieht man unmittelbar, dafs d
tauschbar sind: fällt nämlich Licht lä
lert der Krystall nach OL, während
wenn LO die Eintrittsrichtung ist.

Fallen die Punkte l und m mit i
die Projection von i auf den innern
die eigenthümliche Incidenz, bei welc
der ersten Brechung normal auf die
fällt und daher in sich zurückkehrt. 2
Winkels $JOn = a$, hat man

$$2) \quad \sin a = n \sin \varphi.$$

Steht ein Auge bei J und eine Flamme
so sieht dasselbe den Schiller des Krystall
hindurch. Man könnte aber auch zwis
kleines Gaufs'sches Heliotrop oder n
Planglas unter passendem Winkel aufs
Schiller von der Seite beleuchten.

Es sey ferner $ki = in$ und K die Pr
den innern Kreis; dann ist KO die Inci
der Schiller längs On, also normal, vo
oder OK die Richtung des Schillers für
Bezeichnet man den Wi[illegible] mit

Der Gränzwinkel β_0 ist bestimmt durch die Gleichung $1 = n \sin \beta_0$; hiemit erhält man $\angle aOb = 2(\beta_0 - \varphi)$, $\angle nOb = \angle aOk = \beta_0 - 2\varphi$, und hieraus zur Bestimmung des Winkels $nOB = a_2$

$$\sin a_2 = n \sin(\beta_0 - 2\varphi)$$

daher endlich

$$4) \quad \angle AOB = \tfrac{1}{2}\pi + a_2.$$

Jeder Radius innerhalb des Winkelraums AOB kann als Eintritts- oder als Schillerrichtung angesehen werden. Aber Strahlen, welche rechts von B eintreten, kommen nach der Reflexion an den inneren Durchgängen zu schief an die Krystallfläche, als dafs sie noch austreten könnten (Fig. 17 Taf. III).

Untersuchen wir noch den Einfluſs der Gröſse des Winkels φ auf die Gränzen der Erscheinung. Der Punkt a ist durch den Brechungscoëfficienten gegeben; denkt man sich nun der Punkt i rücke nach links, so wird dadurch auch der Punkt b, für welchen allezeit $bi = ia$ ist, nachgezogen. Für $2\varphi = \beta_0$ fällt i auf die Mitte von an, und b auf n, d. h. nur für streifende Incidenz ist senkrechter Schiller möglich, sonst ist er schief nach vorn. Nähert sich i dem a noch weiter, so fällt b links von n; der Bogen ab wird immer kleiner, und eben damit auch der Winkel AOB. Fällt endlich i mit a zusammen ($\varphi = \beta_0$), so gäbe nur noch die streifende Incidenz nach AO einen ebenfalls streifenden Schiller nach OA. Ueberschreitet aber i vollends den Punkt a ($\varphi > \beta_0$), so gelangt das an den Durchgängen reflectirte Licht überhaupt nicht mehr zum Austritt durch die betrachtete Krystallfläche, dagegen kann es immerhin durch seitliche, natürliche oder künstliche Flächen austreten.

Die bisher betrachteten Brechungen beim Ein- und Austritt sind bei Anwendung weifsen Lichts von Farbenerscheinungen begleitet, die sich sehr leicht nach der nächstens von mir in einem Aufsatz angegebenen Methode studiren lassen. Man findet so, dafs die Farbenzerstreuung in gehörigem Abstand von den Gränzrichtungen wenig verän-

§. 5.

Wir betrachten nun den allg
liebiger nicht in der Haupteinfalls
den Krystall falle. Statt der H
Halbmessern 1 und n legen wir un
den Halbmessern 1 und n und bes
Strahl durch den Punkt P, in w
richtete Strahl die innere Kugel tri
On auf die äufsere Halbkugel in
tung des Strahls nach der ersten B
ner in Fig. 20 Taf. III (welche zu Fi
nach den Principien der darstellend
bar verständlichen Beziehung steht)
kugel einen gröfsten Kreis durch p
so ist Oq die Richtung des Strahls
Reflexion an einem innern Durchgan
nere Halbkugel in Q projicirt, erhä
fallsrichtung PO gehörige Richtung O
Punkte P und Q, welche zu p und q
ziehung stehen, sind in Fig. 20 nicht a
sind die Gesetzmäfsigkeiten auf der äufse
auf der inneren zu suchen.

Das bisher

messer n operirend, p und q mit n durch Bogen gröfster Kreise, so ist $\angle nOp = \beta$ der zum Einfallswinkel $nOP = \alpha$ gehörige Brechungswinkel; ebenso gehört $\angle nOq = \beta_1$ zum Austrittswinkel $nOQ = \alpha_1$ und man hat einmal

$$\sin\alpha = n\sin\beta, \qquad \sin\alpha_1 = n\sin\beta_1.$$

Ferner seyen die Azimuthe des einfallenden und austretenden Strahls, bezogen auf die Haupteinfallsebene, $\angle inp = \vartheta$, $\angle inq = \vartheta_1$; dann geben die sphärischen Dreicke pni und pnq folgende Relationen:

$$5.\quad \begin{cases} \cos pi &= \cos\beta\,.\,\cos\varphi + \sin\beta\sin\varphi\,.\,\cos\vartheta, \\ \sin p &= \frac{\sin\vartheta\,.\,\sin\varphi}{\sin pi}, \\ \cos\beta_1 &= \cos\beta.\cos 2pi + \sin\beta.\sin 2pi.\cos p, \\ \sin(\vartheta+\vartheta_1) &= \frac{\sin p\,.\,\sin 2pi}{\sin p_1}, \end{cases}$$

so dafs also, wenn n und φ bekannt sind, und α und ϑ beliebig angenommen werden, β_1 und ϑ_1 oder in letzter Instanz die Bestimmungsstücke ϑ_1 und α_1 der Richtung des Schillers berechnet werden können.

Die Discussion der verschiedenen Hauptfälle, insbesondere die Bestimmung der Gränzen geschieht nun wiederum leichter durch geometrische Betrachtungen, als mit Hülfe der Formeln. Ein beliebiger durch i gelegter Grofskreisbogen ip Fig. 20 Taf. III treffe den Kreis ac in p_0; ferner mache man $iq_0 = ip_0$, und P_0 und Q_0 bedeuten die Projectionen von p_0 und q_0 auf die innere Halbkugel; dann ist OQ_0 die Schillerrichtung für streifenden Eintritt nach P_0O. Giebt man nun dem Bogen ip_0 der Reihe nach immer andere Stellungen um i und bestimmt jedesmal das zugehörige q_0, so liegen offenbar alle q_0 auf einem Kreisbogen dbc, welcher mit cad symmetrisch liegt in Beziehung auf den zur Haupteinfallsebene senkrechten Mittelbogen cid. (In der Fig. 19 Taf. III ist die Horizontale as die Verticalprojection des Bogens cad, ebenso bs die von cbd, und is die des Mittelbogens cid.) Es umschliefst somit das Zweieck $cadbc$, Fig. 20 (oder asb Fig. 19), alle möglichen p und q und der

pfen sich aber hieran noch einig
Ein beliebiger Lichtstrahl PO mache
stetig ändert, mit dem vertical ge
selben Winkel; dann durchläuft
auf der äufseren Halbkugel einen
cbd reichenden horizontalen Kreisb
messer nl und der entsprechende P
symmetrischen und gleichen Bogen γ
Art, dafs immer die zusammengehöri
demselben durch i gehenden Grofs
Die Bögen $\gamma_1 p \delta_1$ und $\gamma_0 q \delta_0$ kre
dem Mittelbogen in γ und δ, und
Punkte dem Falle, wo die Richtung
Schillerns in einer zur Haupteinfallseb
liegen und mit jener gleiche Winkel
(In Fig. 19 sind die auf Oi in t sich
$l\lambda$ und $m\mu$ die Verticalprojectionen d
$\gamma_0 q \delta_0$.) Aufser den zuletzt genannten
noch die punktirten durch k und n
welche sich auf den Fall beziehen,
einem Winkel auf den Krystall fall
der Strahl in

sie modificirten Lichts anlangt, aus einander gesetzt sind, wende ich mich zu den Methoden der Beobachtung. Zu genaueren Messungen eignet sich, wie man sich leicht denken kann, nur der Fall, wo sich das Licht in der Haupteinfallsebene bewegt, und ich setze daher zunächst voraus, man habe für einen schillernden Krystall die Lage dieser Hauptebene bestimmt und am Krystall oder der ihn tragenden Glasplatte bezeichnet; ich werde aber bei Besprechung einzelner Mineralien über diese Bestimmung das Nöthige sagen.

Das Goniometer, dessen ich ich mich zu den Messungen bedient habe, ist der Hauptsache nach das von Charles, wie es zur Bestimmung von Prismenwinkeln und Brechungscoëfficienten angewendet wird. Ein horizontaler getheilter Kreis trägt in der Mitte eine drehbare Scheibe, welche den Krystall aufnimmt; ein horizontales Fernrohr ist um die verticale Axe des Kreises drehbar und kann nach jedem Radius des Theilkreises aufgestellt werden. Der Krystall wird nun auf der centralen Scheibe so befestigt, dafs die Haupteinfallsebene dem Theilkreise parallel also horizontal wird. In Fig. 19 sey, wie früher, ON die Normale des Krystalls und O das Centrum des Theilkreises, αO der einfallende, OR der reflectirte Strahl, OM die Richtung des Schillers. Man visirt nun zuerst (am Krystall vorbei oder nach dessen Hinwegnahme) gegen die Lichtspalte, wobei das Fernrohr die Stellung $L_0 O$ einnimmt: dann bringt man es in die Richtung RO, nach welcher das Spiegelbild der Spalte gesehen wird, und endlich in die Richtung MO des Schillers. Die letzte Visur ist wegen der durchs Fernrohr noch vermehrten Verwaschenheit des Nebelbilds immer etwas unsicher, weswegen man das Mittel aus mehreren Einstellungen auf den intensivsten Schiller nehmen wird. Gewöhnlich habe ich aber in der Art beobachtet, dafs das Fernrohr zuerst ungefähr in die Richtung des Schillers gestellt und dann fixirt wurde; durch leichtes Hin- und Herdrehen der den Krystall tragenden Scheibe läfst sich dann bei ruhendem Auge die Stellung des Krystalls für den in-

Ergäbe sich $\alpha > \mu - \varrho$, so wär

Jedes Paar von Werthen α
der Gleichungen (1) in §. 4 die
schen Durchgänge gegen die Kryst
zeigen, dafs, für denselben Krysta
φ als constant angesehen werden
Hypothese ihre Bestätigung erhalt
stimmung von φ den möglichst ein
und dieser besteht wohl darin, daf
auffallen läfst und den Winkel KO
und §. 4, 3) mifst, unter welchem d
hat nämlich:

$$\sin 2\varphi = \frac{1}{n} \sin$$

Operirt man im dunklen Zimmer mit
der Krystall die fragliche Stellung
mit seiner Scheibe so lange dreht, bi
Spalte auf diese selber fällt. Bei de
Kerzenlicht und Collimator geht diefs
unter allen Umst

Hauptebene an einem verticalen um seine Axe drehbaren Draht fixirt; eine seitlich bei L stehende Lichtflamme ist die Lichtquelle, deren Abstand LO vom Krystall 3 bis 5 Decimeter betragen kann. Das dem Krystall möglichst genäherte Auge sieht nun nach RO das Spiegelbild der Flamme, nach MO das Nebelbild. Stellt man aber in einem Abstand von 2 bis 3 Metern einen Maafsstab horizontal auf, dessen Längenrichtung xy möglichst senkrecht zur verlängerten RO steht, so wird sich das Spiegelbild nach r, das Nebelbild nach m projiciren. Man mifst nun rm und die drei Seiten des Dreiecks LOr, und berechnet die Winkel $LOR = 2\alpha$ und $mOr = \mu - \varrho$ (s. §. 6). Diese an sich nicht sehr genaue Methode kann sogar mit einigem Vortheil dann angewendet werden, wenn die Richtungen von Spiegelung und Schiller einander ziemlich nahe liegen und eine Einstellung des Goniometerfernrohrs auf den in (§. 6) wegen der Nähe des diffuse gespiegelten Lichts nicht gut angeht.

§. 8.

Es schien mir nicht ohne Interesse, auch einige Messungen für den Fall anzustellen, dafs das Licht aufserhalb der Haupteinfallsebene eintritt, wo dann die in §. 5 entwickelten Gesetze gelten müssen, wenn die Hypothese von den inneren Durchgängen stichhaltig ist. Zu diesem Zwecke habe ich aus anderweitigen Apparaten ein theodolitartiges Instrument zusammengestellt, das in Fig. 22ª und 22ᵇ Taf. III im Aufrifs und Grundrifs dargestellt ist und welches ich *Glaukoskop* (*γλαυκὸς*, *chatoyant*) nennen möchte. Auf einer starken viereckigen Zinkplatte ist ein getheilter Kreis aa mit der Alhidade bb festgeschraubt. Die Mitte der letzteren enthält eine Hülse zur Aufnahme eines Drahts, an dessen Obertheil O der schillernde Krystall mit Wachs befestigt wird. Der Kreis aa ist umgeben von einem um ihn drehbaren Ring rr mit zwei diametralen Marken, welche erlauben die Drehung des Rings um den horizontalen Kreis zu messen. Auf einem Vorsprung v des Rings steht die Säule eines Wollaston'schen Goniometers W, an dessen Scheibe durch ein Winkelstück ein Rohr On befestigt ist, dessen

lich ist.

Das Rohr *Oa* ist ein verklein
Objectiv, einem Mikroskope entnou
hat; das Ocular besteht aus einer
Brennweite. Beide Gläser stehen v
Summe ihrer Brennweiten und 6 C
enthält das Rohr bei *n* eine klein
Drahtkreuz ist in der Brennweite de
Dieser improvisirte optische Apparat
unvollkommen, aber ziemlich ausreich
lich ein solches Rohr gegen einen sc
sieht man (wie sich nach den Bemer
ten läfst) das Nebelbild einer Flamm
mit ziemlicher Deutlichkeit, namentlich

Der Nullpunkt des Verticalkreise
verticalen Stand der optischen Axe d
durch bestimmt, dafs man den Oberth
eine horizontale Glasplatte setzte und m
silberhorizonts die Mitte des Drahtkr
des Bildes der Objectivfassung zur Coin
weiteren Vorbereitungen zu einer M
Folgende

Krystalls durch den Nullpunkt der Theilung des Horizontalkreises gelegt. Zu diesem Zwecke stellte ich die Fufsplatte horizontal, in einigem Abstande vom Fenster, dessen Mitte gegenüber auf und drehte dieselbe auf ihrer Unterlage so lange, bis das sehr nahe beim Krystall befindliche, an demselben vorbei visirende Auge das Bild des verticalen Mittelstabs des Fensters, gesehen in der polirten Umfangsfläche des horizontalen Kreises, den Nullpunkt der Theilung decken sah. Nachdem dann die Alhidade *b b* auf Null gestellt war, wurde der Krystall in seiner Hülse so lange gedreht, bis dem Auge das Nebelbild des Mittelstabs ebenfalls in der Richtung seines Spiegelbildes im Kreise erschien. Eine hohe verticale Lichtspalte würde sich zu dieser Einstellung wohl noch besser eignen.

Unter Ausschlufs anderweitigen Lichts wurde hierauf die Flamme *K* einer Schieblampe, in einer durch den Nullpunkt und die Axe des Horizontalkreises gehenden Verticalebene, in solcher Höhe aufgestellt, dafs der Schiller vertical wurde und daher nach aufgesetztem Obertheil, bei verticalem Stand des Rohrs, die Mitte des Nebelbildes der Flamme mit dem Kreuzpunkt zusammenfiel. Der Verticalkreis hatte hierbei die in der Fig. 22 Taf. III angegebene Stellung, senkrecht zur Einfallsebene, weil von dieser Stellung aus, für welche auch die Marken des Rings mit dem Nullpunkt des Horizontalkreises zusammenfallen, das rechts oder links von der Einfallsebene austretende Nebelbild mit gleicher Leichtigkeit aufzufinden ist.

Bei den Beobachtungen selber wurde endlich die Alhidade *b b* sammt Krystall der Reihe nach um gleiche Winkel gedreht und jedesmal Höhe und Azimuth des Nebelbildes bestimmt. Wie roh und primitiv die ganze Procedur auch scheinen mag, so hat sie doch, wie sich später zeigen wird, zu befriedigenden Resultaten geführt; auch glaube ich, dafs es nicht schwer halten wird, das Instrument und die Beobachtungsmethoden zu verbessern.

Das Instrument kann natürlich auch zu Beobachtungen in der Haupteinfallsebene dienen; man braucht hierzu nur

bis 15 Mal vergrößernden Fernrohr wenn man, wie es Steinheil zu seinen kleinen

Die Annehmlichkeit eines solchen erst bemerkt, nachdem ich mit dem Augen sehr in Anspruch nehmend hatte. Ein solches Rohr zeigt auch, d. h. durch Objectiv nach einem ges der Richtung des Schillers durchsieht, belbild eines Fensters und seiner Um

(Fortsetzung folgt.

III. *Beiträge zur krystallograph*

von Dr. J. Schabu

1. Cuminsäure $C_{20}H_{12}O_4$

Die folgenden Resultate der Untersuchu wahrscheinlich, daß

Fläche fehlt. Die Fläche des Hemidomas v ist an vielen Krystallen durch eine andere (o, Fig. 2 und 3 Taf. III) ersetzt, welche zu P wahrscheinlich senkrecht steht. Aufser diesen Gestalten findet man noch zuweilen die Flächen eines zweiten Hemiprismas M und die eines Hemidomas w, jedoch nur als sehr schmale Abstumpfungen der Kanten $\frac{P}{N}$ und $\frac{v}{o}$. Die Krystalle sind nur selten rund herum ausgebildet; meistentheils sind sie am einen Ende abgebrochen oder wie in Fig. 1, keilartig zugeschärft. Diese Zuschärfungsflächen sind ganz uneben, und die mit Q oder N gebildeten Kanten konnten auch nicht näherungsweise bestimmt werden; und doch scheinen diese Flächen keine gewöhnlichen Bruchflächen (worunter ich keineswegs Spaltungs- oder Theilungsflächen verstehe), sondern Zwillingsflächen zu seyn.

Der Habitus der Krystalle ist meistens tafelartig, parallel der Fläche P, oder prismatisch in der Richtung der Zone $\frac{P}{Q}$. Nur an sehr dünnen und langen Prismen habe ich die Flächen der beiden Hemiprismen M und N, sowie die des Hemidomas w beobachtet, wie in Fig. 2 ersichtlich ist. Wenn die Flächen Q und v vorherrschen und die Fläche P fast vollständig verdrängen, so bekommen die Krystallsegmente einen pyramidalen Habitus, der übrigens nur an sehr wenigen Individuen beobachtet wurde. Die Krystalle lassen sich parallel der Fläche P sehr leicht spalten, auch sind die dünnen Blättchen etwas biegsam. Hieraus mag sich wohl auch die Erscheinung erklären, dafs gröfsere Krystalle mitunter sehr stark gebogen sind, so dafs die Fläche P gleichsam ein Stück einer Cylindermantelfläche bildet, deren Axe der Kante $\frac{v}{P}$ parallel ist. Die Krystallblättchen sind etwas weniger hart als Gyps, an den sie überhaupt durch die eben erwähnten Eigenschaften erinnern.

Die Flächen der Pinakoide P und Q, des Hemidomas v und des Hemiprismas M sind meistens stark glänzend und

stimmen vermocht. Die erhalte
89° 15′ und 90° 20′, weshalb
dafs diese Kante nicht genau 90
mehr als $\frac{1}{4}$°, höchtens $\frac{3}{4}$° dav
Durch die erhaltenen Resultate
90° verschiedener Werth ebenf
gen, als die hier gemachte Supp
dem Mitscherlich'schen Syste
angeführten Gründen habe ich d
den Kantenwerth $\frac{o}{Q}$, sondern den
zu Grunde gelegt.

Die Werthe der für die Berec
habe ich an mehreren Krystallen
jene ausgewählt, welche mir, weg
der, als die verlässigsten erschiene
die Werthe an verschiedenen Ind
105° 20′ und 106° 5′, für $\frac{o}{P}$ zwis
für $\frac{o}{Q}$ zwischen 108° 10′ und 1
111° 50′ —

$a:\infty b:\infty c$	oP	für o
$\infty a: b:\infty c$	$\infty \breve{P}\infty$	» P
$\infty a:\infty b: c$	$\infty \bar{P}\infty$	» Q
$\infty a: b: c$	∞P_1	» N
$\infty a: b: 2c$	$\infty \breve{P}2$	» M
$a: b:\infty c$	$'\breve{P}\infty$	» v
$\frac{1}{2}a: b:\infty c$	$\frac{1}{2}'\breve{P}\infty$	» w

Die bestimmten Neigungswinkel sind:

	gemessen		berechnet	
$o:P$	$= 90°$	$0'$*		
$P:Q$	$= 105$	48*		
$P:v$	$= 129$	30*		
$v:Q$	$= 108$	30*		
$N:P$	$= 112$	4*		
$o:Q$	$= 101$	(nahe)	$100°$	$46'$
$o:N$	$=$		79	38
$P:M$	$= 137$	$25'$	137	33
$P:w$	$= 112\frac{1}{2}$	(nahe)	112	23
$P:Q_1$	$=$		74	12
$M:N$	$= 154$	$39'$	154	31
$Q:N$	$= 37$	50	37	52
$Q_1:N$	$= 142$	10	142	8
$Q:M$	$= 63$	35	63	21
$v:w$	$= 163$	10	162	53
$o:w$	$= 157$	50	157	37

Das Axenverhältnifs ist:

$$a:b:c = 1:1{,}2389:0{,}8353.$$

Die Krystalle sind so gestellt, dafs die Diagonale c von rechts nach links, und b von vorn nach rückwärts geht. Nennt man den Winkel, welchen die beiden Diagonalen im hinten liegenden rechten Quadranten einschliefsen α, den, welchen die Axe mit der Diagonale c oben rechts bildet β und den, welchen die Axe mit der Diagonale b hinten und oben einschliefst γ, so ist:

$$\alpha = 106° 55';\quad \beta = 78° 48';\quad \gamma = 93° 5'.$$

den Karlsbader- u
lingen, indem die Individuen sic
einander legen, oder vielmehr e
eine, viel kleinere Individuum
dem gröfseren, und nur das En
fläche ragt hervor, wobei die Do
duen gegeneinander geneigt sind
kel bilden (Fig. 5 Taf. III).

Die zweite Art von Zwillinge
kreuzungszwillingen. Die Zwilling
stallfläche nicht vorkommt, würde

pfen; wahrscheinlich entspricht sie
Kreuz wird oft von sehr langen,
Individuen gebildet, und ist ziemlich
der beiden Individuen schneiden ein
welche nicht viel von 90° abweich
die Flächen *P* des einen Individuums
P-Flächen des andern heraus. We
Kreuz vorsichtig zerbricht, so erhält m
Ende ausgebildeten Krystalle, welche a
schon oben erwähnt, keilförmig

heils aus der Lösung in Salpetersäure erhalten wurden, ollkommen wasserhell sind; die genauere Untersuchung eigte jedoch, dafs die Formen der gefärbten Krystalle mit en von mir schon früher beschriebenen (Bestimmung der rystallgestalten, Wien 1855 S. 163) übereinstimmen. Die estalten der wasserhellen Substanz aber bestehen fast urchgehends aus den Combinationen, welche Hr. Dr. vom ath in diesen Annalen (Bd. CX S. 93) beschrieben hat.

Hr. Dr. vom Rath hat zwar versucht, die beiden so erschiedenartig aussehenden Formen auf die gleichen Axen, . h. auf dieselbe Grundform zurückzuführen; er gelangte doch nur zu einem negativen Resultate.

»Vergebens versucht man die von Schabus gemessen Flächen auf meine Axenelemente zurückzuführen. Auf iese bezogen, würde Schabus' Fläche *v* die Axe *a'* in der ntfernung 0,5453 schneiden. An den von mir beschrieenen Krystallen kann sie demnach unmöglich auftreten. Vie dieses Räthsel zu lösen, mufs ich dahin gestellt lassen.«

Durch Messungen habe ich mich davon überzeugt, dafs ie früher veröffentlichten Werthe vollkommen zuverlässig ind. Eine genauere Vergleichung zeigt aber auch, dafs ie Gestalten, welche Rath beobachtete, von den in meiner bhandlung angegebenen nicht specifisch verschieden sind, ondern sich durch eine Veränderung in der Stellung der inen oder der anderen Form als vollkommen gleichartig rweisen.

Fig. 6 und 7 Taf. III stellen die von Hrn. Dr. vom ath beschriebenen Combinationen vor, und Fig. 8 ist einer Abhandlung entnommen. Wird letztere Fig. 8 um ie von oben nach unten gehende Axe um 180° gedreht, o dafs die rückwärts liegenden Flächen vorn hinkommen, nd dreht man dann den Krystall um die von links nach echts gehende horizontale Axe, bis *v'* Fig. 8 vertical steht, lso parallel zu *a* (Fig. 6) und somit auch *o* (Fig. 8) pa-allel zu *P* wird, so ist die Uebereinstimmung vollkommen ergestellt; Fig. 9 und 10 zeigen diese Stellung.

but spiegeln die Flächen der Py
schen Pinakoides.« Und doch be
renzen unserer Resultate nicht m
zelne Kantenwerthe stimmen vollk

Wenn ich bei meiner ersten U
nation Fig. 6 beobachtet hätte, so
Stellung dieser Figur gegeben hal
dem ganzen Habitus, auch wird d
Axe sehr klein. Durch diese Verä
wird nun die Deutung der Flächer
natürlich ohne Einfluſs auf die Wi

Es ist nun:

	Rath	Schabus	
$\infty P 2$	m	$p_{,}$	–
$\infty P \infty$	a	v'	–
$(\infty P \infty)$	b	Q	+
$+P \infty$	x	v	–

Für die hier gewählte Stellung
Kanten $\frac{v'}{o}$, $\frac{v}{v'}$ und $\frac{p}{Q}$:

$$a : b : c = 1 : 2{,}1093 : 1{,}$$

und die Neigung der Axe zur Klinodia

	Rath		Schabus.
$a:x$	$= 67^\circ\ 3'$	$v:v'$	$= 67^\circ\ 0'$
$o':P$	$= 123\ 28$	$o:p$	$= 123\ 26$
$o':x$	$= 150\ 25{,}5$	$p:v$	$= 150\ 26$
$o':o'$	$= 120\ 51$	$p:p$	$= 120\ 52$
$o':o'$ (über b)	$= 59\ 9$	$p:p$ (über Q)	$= 59\ 8$
$o':b$	$= 119\ 34{,}5$	$p:Q$	$= 119\ 34$

Wird noch aus den von mir erhaltenen Werthen die Kante des Prismas p_i berechnet, so erhält man: Neigung von $p_i:p_i = 114^\circ\ 1'$, während nach Rath die Kante $\frac{m}{m} = 113^\circ\ 58'$ ist.

Obwohl der Unterschied zwischen den Kanten $\frac{a}{x}$ und $\frac{v}{v'}$ nur 3′ beträgt, so glaube ich doch diesen Winkel, da er an einem ausgezeichnet spiegelnden Prisma mit der gröfsten Sorgfalt bestimmt wurde, als den richtigeren annehmen zu dürfen. Merkwürdig ist jedenfalls die Uebereinstimmung zwischen $\frac{v'}{o}$ und $\frac{a}{P}$, weil, wie schon bemerkt, an den von mir untersuchten Krystallen o nur unklar spiegelte. Die Flächen z habe ich an einem der vielen Krystalle beobachtet, ebenso sind die äufserst kleinen und undeutlichen Flächen (q), welche ich früher beobachtete, an diesen Krystallen nicht aufzufinden gewesen. Wahrscheinlich waren an den gefärbten Krystallen noch andere Pyramidenflächen; es war mir jedoch unmöglich, sie an den Paar Individuen, an denen ich sie wahrgenommen, zu bestimmen. Die Masse oder die Substanz dieser Krystalle befindet sich nämlich in einem eigenthümlichen, gespannten Zustande, so dafs die leiseste Berührung mit Wachs, ja schon die Handwärme, sie in Stücke zersprengt. Einen dieser Krystalle hatte ich, weil ich fürchtete, dafs er beim Aufkleben auf Wachs zerspringen könnte, um ihn genauer zu beobachten, auf die Hand gelegt, doch plötzlich lösten sich Stückchen an beiden Enden unter Knistern los, und eins wurde dabei über die Handfläche hinaus geschleudert. Das Zerspringen erfolgt immer parallel der Spaltungsfläche Q.

...bang ein chem

3. Zweifach chromsaures Ammo

Die schönen morgenrothen K
sauren Ammoniaks sind schon vo
losophy New Series T. 6 *p.* 287) g
ist bisher zweifelhaft geblieben,
Messungen beziehen. (Vergl. Ha
phischen Chemie von C. F. Ram

Durch zwei Bestimmungen, w
Laboratorium des Hrn. Prof. Dr.
führte, wurde die Menge der Ch
und 81,2 Proc., also im Mittel gl
was mit der oben angegebenen Zu
79,7 Proc. Chromsäure erfordert, hin

Die Formen dieser Krystalle gehör
schen Systeme an. Die Combinatione
den, von mir als Grundgestalt gewählte
p, (Fig. 11 u. 12 Taf. III), den beiden
dem klinodiagonalen Doma w und dem
Ich habe diese Deutung der Flächen d
...il dadurch ...

habe ich nicht beobachtet. Das Doma w findet sich nur selten, und sehr untergeordnet.

Der Habitus der Krystalle ist häufig tafelartig, durch Vorherrschen von o und v, zuweilen prismatisch in der Richtung der beiden Hemidomen. Die Flächen haben meistens vollkommnen Glasglanz und spiegeln daher die Gegenstände sehr rein. Spalten lassen sich die Krystalle nach zwei Richtungen. Die Theilungsflächen parallel dem Hemidoma v sind gewöhnlich in der Richtung der Kante $\frac{v}{p}$ gestreift, die parallel von $(\infty P \infty)$, welche Fläche an den Krystallen nicht auftritt, ist schwer zu erhalten, und stark durch muscheligen Bruch unterbrochen.

Die Winkel, welche bestimmt wurden, sind:

	gemessen	berechnet	Brooke
$o : v$	$= 122^\circ\ 48',5$ *		$122^\circ\ 31'$
$o : p$	$= 114\ \ 8,5$ *		$114\ \ 0$
$o : p'$	$= 110\ \ 1,5$ *		$110\ 10$
$v : p$	$= 139\ \ 2$	$139^\circ\ 0',5$	$139\ \ 4$
$p : p$	$= 98\ \ 2$	$98\ \ 1$	$98\ \ 8$
$p' : p'$	$= 98\ 55$	$95\ \ 3$	
$p : p_{,}$	$= 135\ 40$	$135\ 50$	$135\ 47$
$p : p'$	$= 99\ 46$	$99\ 43$	
$p : w$	$= 138\ 48$	$138\ 52$	
$p' : w$	$= 140\ 42$	$140\ 51$	
$o : v'$	$= 117\ 44$	$117\ 40$	
$o : c$	$=$		$101\ 58$

Der Berechnung wurden die Kantenwerthe für: $\frac{o}{v}$, $\frac{o}{p}$ und $\frac{o}{p'}$ zu Grunde gelegt. Für die Grundform erhält man aus diesen Winkeln das Axenverhältnifs:

$$a : b : c = 1 : 0{,}5833 : 0{,}5643.$$

Die Neigung der Axe zur Klinodiagonale (b) ist $C = 86^\circ\ 33',5$. Die Axe a geht von oben nach unten, c von rechts nach links und b von vorn nach rückwärts, der Winkel C liegt hinten und oben.

nur selten und u
nem Krystalle, und da nur
Fläche einer positiven Hemipy
tet, die an der Kante $\frac{v'}{M}$ mit
ten erscheint. Betrachtet man
Axenverhältnifs: $\infty a : b : c$, und
deren Axenverhältnifs: $a : b : \infty c$
nifs dieser Pyramide: $a : \frac{1}{2} b : c$.
Die Gestalten sind also:

oP	$+P\infty$	$-P\infty$	$+2$
o	v'	v	

Der Habitus der Krystalle ist me
Vorherrschen von M, oder die Krysta
der Fläche P; selten wird der Hal
dann, wenn die Flächen des Pina
verschwinden, und die Domen und Pr
förmig ausbreiten. Die Flächen haben
glanz, sind aber häufig stark uneben,
sung der Winkel, weil meistens mehr
stehen, unsicher, was besonders

Die der Berechnung zu Grunde gelegten Kantenwinkel sind:

		Peters
$o : P$	$= 93^\circ\ 54'$	
$M : M$	$= 111\ 30$	$111^\circ\ 30'$
$P : v$	$= 144\ 24$	$144\ 26$

Die Kante $\frac{P}{v}$ wurde an einem Krystalle bestimmt, an dem die beiden Flächen zwar nur klein, aber vollkommen eben waren, so dafs sie ganz klare Spiegelbilder gaben. An andern Krystallen wurden abweichende Werthe, die zwischen 144° und 144° 50′ lagen, gefunden; $\frac{M}{M}$ wurde ebenfalls an einem rein spiegelnden Krystalle bestimmt. An andern Individuen war diese Kante häufig kleiner [111° 2′ ja selbst 110° 30′], jedoch weniger scharf ausgebildet; aber auch gröfsere Werthe [bis 112°] wurden gefunden. $\frac{o}{P}$ ist mit Hülfe der Spaltungsfläche o und einer gut spiegelnden Pinakoidfläche P bestimmt worden. Die Abweichungen waren nur gering.

Aus diesen Kanten erhält man für die Gröfsen der übrigen Winkel folgende Werthe:

	gemessen	berechnet	Peters
$v : v'$	$= 73^\circ\ 58'$	$74^\circ\ 1',5$	$73^\circ\ 50'$
$v : v_1$	$= 106\ 2$	$105\ 58,5$	
$o : P_1$	$=$	$86\ 6$	
$o : v$	$= 129\ 30$	$129\ 30$	
$o : v'$	$= 124\ 33$	$124\ 31,5$	
$P : v_1$	$= 141\ 38$	$141\ 34,5$	$141\ 50$
$M : M_1$	$=$	$68\ 30$	
$M : P$	$= 145\ 40$	$145\ 45$	
$v_1 : p$	$= 149$ (nahe)		

Das Axenverhältnifs ist:

$$a : b : c = 1 : 0{,}7541 : 1{,}1054.$$

Die Neigung der Axe zur Klinodiagonale (b) $C = 86^\circ\ 6'$. Die Axe a geht von oben nach unten, c von rechts nach

...manische W...
Spannungsgese...
von Dr. Th...

(Von Hrn. Verfasser gemachter Auszug ...
Dissertation, Göttin...

Der Verfasser hat aus den Versu...
der Mariotte- und Gay-Lussa...

$$p \cdot v = R(a + \ldots$$

folgende genauere Gleichung für ...
Gase abgeleitet:

$$\text{I.} \quad \frac{p}{1+\pi p} \cdot (v + R.S) = \ldots$$

Hierin ist t die Temperatur des G...
p die Spannung in Kilogrammen pe...
das Volumen der Gewichtseinheit (...
π, R, S, a sind constante Gröfsen; u...
alle Körper, resp. Gase, bestimmt zu

für	π
	0,212...

setze folgt, je gröfser ihr Volumen ist. Denn wenn v sehr grofs, also p sehr klein ist, so kann $R.S$ gegen v, und πp gegen 1 vernachlässigt werden. Rücksichtlich der grofsen Uebereinstimmung von I mit den zahlreichen Regnault'schen Versuchen verweisen wir auf die Dissertation. Die Versuche erstreckten sich bis auf Spannungen von 28 Atmosphären, dagegen nur auf Temperaturen von 0° bis 100°.

Die *Form* der Gl. I wurde durch eine interessante, aus den Grundsätzen der mechanischen Wärme-Theorie abgeleitete *Differential-Gleichung für das Spannungsgesetz sämmtlicher Körper* wesentlich bedingt, durch die Gleichung nämlich:

$$\text{II.} \quad \frac{dp}{z+p} = \frac{dt}{a+t} - \frac{A}{a+t} \cdot \frac{z+p}{c_p - c_v} \cdot dv.$$

Hierin bezeichnet $A = \frac{1}{424}$ das Wärme-Aequivalent für die Einheit der Arbeit (1^{mk}); $c_p - c_v$ ist die Differenz der specifischen Wärmen des Körpers unter constantem Druck (c_p) und constantem Volumen (c_v). Endlich ist z dadurch definirt, dafs $z.dv$ die *innere Arbeit* bezeichnet, welche der Körper per Gewichtseinheit verrichtet, während einer Ausdehnung um dv bei constanter Temperatur. Also ist $\int_v^\infty z.dv$ das Potential dieses Systemes von Gas-Molecülen auf sich selbst. *Aus einem genauen Ausdruck für z liefse sich somit das Gesetz der Molecular-Kräfte berechnen, mit welchem die kleinsten Theile des Gases auf einander wirken.*

Die Formel II enthält den bemerkenswerthen Satz, dafs *das Spannungsgesetz jedes Körpers nur abhängt von den beiden Functionen z und $(c_p - c_v)$.* Beide sind der Beobachtung recht wohl zugänglich, besonders bei dampfförmigen Körpern.

Im Folgenden wollen wir die wichtigeren Ergebnisse der Gleichungen I und II nennen, welche in der Dissertation ausführlich entwickelt sind.

Aus Gl. I ergiebt sich für gewöhnliche Temperaturen eine beträchtliche Abweichung der Gase vom Mariotte'-

...leten Punktes li
entgegengesetzter Art. Regn
p. 148 und 149) bestätigen, d
100° weit besser dem Mario
als bei 0°.

Ferner zeigt I, dafs der Aus
Gases zwischen 0° und 100° e
tem Druck, als bei constantem

In beiden Fällen nimmt er b
tigkeit des Gases, ganz wie Re
sagen.

Wegen der geringen Spannun
terschiede der Luft erfordern be
messungen die Abweichungen vom
keine Berücksichtigung. Der aus il
ler beträgt z. B. bei der Saussur
sung nur — 1,7 Meter. Von desto
ten diese Abweichungen seyn bei
bei pneumatischen Maschinen und
des Schalles.

Logarithmiren und differentiiren

Die Gleichung 2) läfst sich auch ableiten aus den einzigen, bisher über z angestellten Versuchen, denen von Joule und Thomson (*London. Phil. Trans., Vol.* 144, *p.* 341). Nach ihr hat die unter constanter Temperatur (t) verrichtete innere Arbeit für eine Ausdehnung von v bis v_1 den Werth:

$$\int_v^{v_1} z.dv = \pi.R(a+t).(p-p_1).$$

Für $v_1 = \infty$ ist die zugehörige Spannung $p_1 = 0$.

Das Potential der Gewichtseinheit eines Gases auf sich selbst hat sonach die Gröfse:

$$\int_v^{\infty} z.dv = \pi R(a+t)p.$$

Wir begnügen uns hieraus den Schlufs zu ziehen, dafs die Molecularkräfte der Gase *anziehend* wirken. Schon Clausius (Pogg. Ann. Bd. 105 S. 256) folgerte dieses direct aus Joule und Thomson's Versuchen.

Nehmen wir den mehr als 100 Versuchen Regnault's gemäfs (Pogg. Ann. Bd. 89 S. 346) die specifische Wärme bei constantem Druck (c_p) als unveränderlich an, so zeigt Gleichung 3), dafs die specifische Wärme bei constanten Volumen (c_v) sich langsam mit der Spannung p ändert. Für atmosphärische Luft ist $c_p = 0{,}2377$; wir erhalten daher die Tabelle [1]):

p^{kg}	$c_p - c_v$	c_v	$k = \frac{c_p}{c_v}$
0	0,0689	0,1688	1,408
30336	0,0698	0,1679	1,412
60672	0,0706	0,1671	1,423
303360	0,0780	0,1597	1,505

Wenn Gay-Lussac und Welter zwischen $\frac{1}{3}$ und 2 Atmosphären das Verhältnifs $k = \frac{c_p}{c_v}$ nach akustischen Versu-

1) Diese und die folgende Tabelle sind in der Dissertation falsch berechnet.

	c_p (Regnault)	c_v berech
Kohlensaures Gas	0,2164	0,168
Wasserstoff-Gas	3,4046	2,393

Die Dulong'schen Angaben
Bd. 16, S. 471. Die Uebereinstim
rechneten und beobachteten Wert
wifs Jeden befriedigen, der sich er
atmosphärische Luft beobachteten V
von einander abweichen, wie unsi
experimentelle Bestimmung des k ist

Sey k_0 der Gränzwerth $\frac{c_p}{c_p - AR}$
nifs $\frac{c_p}{c_v}$ oder $\frac{c_p}{c_p - AR(1+\pi p)^2}$ für p
Spannungsgleichung eines Gasquantu
fserliche Zuführung oder Entziehung
ist sodann:

$$k_0$$

welcher Weise Temperatur und Elasticität eines Gases sich ändern bei plötzlichen Verdichtungen und Verdünnungen. Wenn statt Poisson's Formel unsere genauere Gleichung den Berechnungen der Schallgeschwindigkeit zu Grunde gelegt würde, so dürften sich die nicht unbedeutenden Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen erheblich verkleinern.

Durch die nach ihren Resultaten hier mitgetheilten Untersuchungen erhält die mechanische Wärme-Theorie von Neuem eine schöne Bestätigung. Denn nirgends widerstreitet, wie wir sahen, die Theorie der Erfahrung, sondern vielfach steht sie mit ihr in überraschendem Einklang. Wir dürfen hoffen, dafs die allgemeine Differentialgleichung II noch auf viele Körper, zunächst etwa auf die Dämpfe, Anwendung finde, und dafs wir mit ihrer Hülfe auch dem Moleculargesetz der Körper bald auf die Spur kommen.

Hannover den 1. Mai 1862.

V. *Ueber die Abweichungen der wirklichen Gase vom Mariotte'schen Gesetze;* von *Dr. H. W. Schroeder van der Kolk* aus *Maestricht.*

Die Formel des ideellen Gases ist bekanntlich:

$$pv = k(1 + \alpha\tau) = kt,$$

wo $\frac{1}{\alpha} + \tau = t$ und $k\alpha = k$ gleich einer von Druck und Temperatur abhängigen Constante ist. Diese Formel zeigt dann, dafs das Mariotte'sche Gesetz für alle Temperaturen völlige Gültigkeit hat. Zur Vereinfachung der folgenden Betrachtungen können wir nun die Menge des Gases immer gleich einem Kilogramm stellen; v ist dann das Volum in Cubikmetern, p der Druck in Kilogrammen per Quadratmeter

zuerst in schmelzendes Eis, da
bestimme die beiden Volumina
nahme in 100 gleiche Theile.
einen Grad unseres Thermometer

Dieselbe Formel kann auch d
Gase, d. i. den Zusammenhang z
ben, wenn wir uns k als eine verä

Wenn nun überdiefs ein ide
Natur vorkäme, liefse sich die obe
turscale leicht bestimmen. Da ein
besteht, läfst sich diese Frage keine
und wir müssen sodann die Scale a
zu bestimmen suchen. Wenn abe
Gase während einer Ausdehnung b
als unabhängig von Temperatur und I
kann, können wir dieses Gas bei
ein ideelles betrachten, sey es denn
deren Veränderungen andere Eigen
dieser Fall bei einem der wirklichen
wir später zu zeigen.

Aendert sich bei einem ideellen G
t, so ändert sich auch p, aber das
gleichbleibender Tem-

stimmtes Volumen Gas auf die Hälfte, $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Anfangsvolumens reducirt wurde. Aus diesen Bestimmungen läfst sich keine directe Interpolationsformel ableiten, da die verschiedenen Bestimmungen sich nicht auf denselben Anfangswerth beziehen, weshalb Regnault die Werthe von k erst bestimmte für den Fall, dafs ein Gas unter dem Anfangsdruck eines Meters Quecksilber bei constanter Temperatur auf das Volumen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ zurückgebracht wurde. Auf diese Art fand er z. B. für Luft.

Verhältnifs der Vol.	k. Beobacht.	Berech.	Druck h.
1	1,000000	1,000000	1,000000
2	0,998782	0,998914	1,997828
4	0,996490	0,996858	3,987432
8	0,993212	0,993212	7,945696
16	0,987780	0,987780	15,804480

Mittlere Temperatur $= 4°$ C.

Als Einheit von k ist hier genommen der Werth bei 4° C. und 1 Meter Druck. Regnault findet dann aus den beiden letzten Bestimmungen die Formel:

$$k = [1 - A(m-1) + B(m-1)^2],$$

wo $\lg A = 7{,}0435120 - 10$

$\lg B = 5{,}2873751 - 10$

und $m = \frac{1}{v}$ ist.

Für den hier betrachteten Fall habe ich diese Formel einigermafsen modificirt. Erstens ist k nicht berechnet als Function von m, sondern von der Druckhöhe h, da k zwar direct vom Drucke, aber nur indirect vom Volumen abhängt, und nur bei einem ideellen Gase $m = h$ ist. Zweitens ist die Formel nicht aus den zwei letzten, sondern aus den zwei ersten Bestimmungen berechnet, da in der Folge höchstens Druckhöhen von 5 Meter und nie von 16 Meter vorkommen, und dagegen häufig unter einem Meter bleiben. Auf die Schwierigkeit, aus allen vier Bestimmungen eine

Diese Temperatur ist die mit
Regnault'schen Untersuchungen
höhe in Meter.

K ist der absolute Werth von
bestimmt wird. Für $h = 1$ ist k_h
das Volum eines Kilogrammes in
und $t = 4°$ C. bekannt, so läfst sich
K in Cubikmetern bestimmen, und
Formel für jeden andern Druck zw
bei 4° C.

Da überdiefs p den Druck in
dratmeter, und h den Druck einer Q
tern angiebt, so sind p und h nur
Factor von einander verschieden. M

$$p = 13595\, h.$$

Wir können hier noch bemerken,
mel $p\varrho = kt$ für $p = 1$ d. i. ein K
Quadratmeter und $t = 1$ d. i. ein Gra
mometers, findet $\varrho = K$. K ist also d
logramm dieser Gase bei obigen Dr
unter der Annahme K sey constant.
den für den Druck h gültigen Werth

Auf gleiche Weise wurden die Formeln für Wasserstoff, Stickstoff und Kohlensäure berechnet.

Wasserstoff.

Hier findet man in obiger Weise:

$$k_h = [1 + A(h-1) + B(h-1)^2]K$$

$$\lg A = 6{,}590720^{-10} \qquad A = 0{,}00038969$$

$$\lg B = 5{,}600227^{-10} \qquad B = 0{,}000039831$$

Temperatur $= 4^\circ$ C.

Vol. von 1 Kilogrm. bei 0° und 0,760 Meter Druck = 11,16346 Cubikmeter (zu Paris).

$K = 422{,}337$ Cubikmeter.

Wir setzen zuerst, k verändere sich nur mit dem Druck und vergleichen diefs mit den Regnault'schen Resultaten. Bei gleichem Druck hat man dann bei verschiedenen Temperaturen die Formel

$$pv_1 = k_h t_1 \text{ und } pv_0 = k_h t_0,$$

woraus durch Division folgt:

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{t_1}{t_0},$$

welche Formel die Ausdehnung bei constantem Drucke angiebt.

Der Coëfficient bei constantem Volumen folgt aus den Formeln

$$p_1 v = k_1 t_1 \text{ und } p_0 v = k_0 t_0$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{k_1 t_1}{k_0 t_0}.$$

Bei einem solchen Gase sind also beide Ausdehnungscoëfficienten einander nicht mehr gleich, was offenbar bei einem ideellen Gase der Fall ist. Der Coëfficient bei constantem Druck ist aber vom Druck unabhängig und giebt zugleich das Verhältnifs der absoluten Temperaturen.

Regnault fand für den Ausdehnungscoëfficienten bei constantem Druck

unabhängig betrachtet werd

Hieraus folgt zwar nicht, d
unabhängig seyn müsse. In di
annehmen, dafs $\frac{k_A^{100}}{k_A^0}$ constant s
aber schliefslich auf das nämlich
dann statt t, und t_o die Product
der absoluten Temperaturen bet
uns aber an die erste Annahme

Wenn in diesem Fall Wasser
unter constantem Drucke ausdeh
stant, da k hier nur eine Functio
constant ist. Wasserstoff verhält
dehnung genau wie ein ideelles G
Wasserstoff und mit einem ideell
hier vollkommen gleiche Volumzun
det also für ein ideelles Gas

$$\alpha = 0{,}3661,$$

woraus folgt für den absoluten Nu

$$-273^{\circ},15.$$

Jeder dieser Grade ist der hunderts
turunterschiedes zwischen schmelzend
dem Wasser.

Die oben angeführte Formel wird dann

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{k\,\tau_1}{k_0\tau_0} = \frac{k_1\,373{,}15}{k_0\,273{,}15} = 1+\alpha;$$

k_1 und k_0 sind nach der oben angegebenen Formel zu berechnen, und man findet dann

$$\alpha = 0{,}3663.$$

Dieser Coëfficient ist ebenfalls gröfser als der andere, aber 0,0004 geringer als der von Regnault direct gefundene. Wir müssen hier aber bemerken, dafs der Unterschied jedenfalls sehr gering ist, dafs bei dem Versuch eine kleine Abnahme des Volumens stattfand, was bei der Berechnung nicht in Rechnung gezogen wurde, und dafs die verschiedenen Regnault'schen Resultate bei constantem Druck um 0,0006 und bei constantem Volumen um 0,0003 unter einander differiren. Noch sagt Regnault [1]) selbst mit Rücksicht auf die Magnus'sche Versuche, dafs der gefundene Werth wahrscheinlich etwas zu grofs sey. Uebrigens werden wir auf diese Abweichung bei den andern Gasen zurückkommen.

Atmosphärische Luft.

Die reducirte Regnault'sche Formel ist für diesen Fall

$$k_h = [1 - A\,(h-1) + B\,(h-1)^2]\,K$$

$\lg A = 7{,}0946756^{-10}$ $\quad A = 0{,}00124351$

$\lg B = 5{,}3614283^{-10}$ $\quad B = 0{,}0000229842$

Temperatur 4° C.

Vol. von 1 Kilogrm. bei 0° C. und 0,760 Meter Druck $= 0{,}773283$ Cubikmeter.

$K = 29{,}2440$ Cubikmeter.

Da diese Formel hergeleitet ist aus Beobachtungen bei einem Drucke von einem Meter oder mehr, so ist es von Interesse, ihre Gültigkeit für geringere Drucke zu prüfen.

Einige von Regnault's mitgetheilte Bestimmungen in seiner Abhandlung über die Dichtigkeit der Gase erlauben diese Prüfung. Er bestimmte (*Mém. de l'Acad. p.* 139) bei

1) *Mém. de l'Acad. T. XXI, p.* 78.

Da die Volumina zu den
Verhältnisse stehen, so lassen di
Formel berechnen. k_a und k_b
sten Formel. Man findet dann

Druck in Metern	Gewicht in Grammen
$a = 0{,}760$	12,7764
$b = 0{,}30310$	5,0895
$a = 0{,}760$	12,7795
$b = 0{,}31235$	5,2510
$a = 0{,}760$	12,7790
$b = 0{,}35822$	6,0225

Da diese Differenzen in verschied
so kann man sie nur den Beobachtu
und da sie einander im Mittel nahezu
wir die Formel auch für mehrere Druc
noch zu bemer

Bei constantem Drucke.

	p		$1+\alpha$. Beobachtet	Berechnet	Diff.
1	0,760		1,36706	1,36665	+ 41
2	2,525		1,36944	1,36945	— 1
3	2,620		1,36964	1,35955	+ 9

Bei constantem Volume.

	bei 0°	bei 100° C.			
4	0,10972	0,14931	1,36482	1,36548	— 56
5	0,17436	0,23717	1,36513	1,36558	— 45
6	0,26606	0,39507	1,36542	1,36576	— 34
7	0,37467	0,51035	1,36587	1,36607	— 20
8	0,37523	0,51097	1,36572	1,36607	— 35
9	0,76000	1,03800	1,36650	1,36650	0
10	1,67840	2,28609	1,36760	1,36798	— 38
11	1,69253	2,30623	1,36800	1,36800	0
12	2,14418	2,92404	1,36894	1,36872	+ 22
13	3,65556	4,99209	1,37091	1,37091	0

Der Druck bei 100° in 9 wird von Regnault nicht mitgetheilt; er ist aus dem beiläufig bekannten Werthen berechnet.

Da der Ausdehnungscoëfficient bei constantem Drucke nicht wie bei Wasserstoff constant ist, sondern stark zunimmt, so ist k hier eine Function von beiden Veränderlichen h und t.

Bei constantem Drucke hat man die Formel

$$p v^1 = k_h^{100}\ 373{,}15$$
$$p v^0 = k_h^4\ \ 277{,}15.$$

Hier sind die Temperaturen 100° und 4° C. gemessen, und der Ausdehnungscoëfficient ist immer auf diese Temperaturen reducirt, da die Regnault'sche Formel für das Mariotte'sche Gesetz aus Bestimmungen bei 4° abgeleitet ist.

Sey α dieser Coëfficient, und also $1+\alpha$ das Verhältnifs der Volumina bei 0° und 100°, so ist bei 4° das Vo-

lumen $1+\frac{4}{100}\alpha$, und das Verhältnifs der Volumina bei 4° und 100° demzufolge

$$1+\gamma=\frac{1+\alpha}{1+\frac{4}{100}\alpha}$$

Umgekehrt ist mittelst dieser Formel α aus γ abzuleiten. Durch Division obenstehender Formel für constanten Druck findet man dann

$$\frac{v^1}{v_0}=\frac{k_h^{100}}{k_h^4}\,\frac{373{,}15}{277{,}15}=1+\gamma$$

$$\lg\frac{373{,}15}{277{,}15}=0{,}1291685.$$

Für die Bestimmungen bei constantem Volumen findet man

$$p_1 v = k_1^{100}\ 373{,}15$$
$$p_0 v = k_0^4\ \ 277{,}15$$

und durch Division

$$\frac{p_1}{p_0}=\frac{k_1^{100}}{k_0^4}\,\frac{373{,}15}{277{,}15}=1+\gamma.$$

In dieser Formel ist $1+\gamma$ direct bestimmt, k_h^4 ist bekannt aus der Formel für k_t, und k_h^{100} läfst sich also berechnen. Hiefür haben wir die Beobachtungen 9 und 13 angewandt, die letzte, da hier der höchste Druck stattfand, und die erste, weil diese Bestimmung bei weitem die genaueste von allen ist. Man findet dann

$$h=1{,}038 \qquad k^{100}=1{,}00062\,K$$
$$h=4{,}992 \qquad k^{100}=1{,}00018\,K.$$

Unter der Annahme, k sey bei 100° eine lineäre Function von h, findet man folgende Interpolationsformel:

$$k_h^{100}=[1{,}00062-0{,}000111\,(h-1)]\,K.$$

Die atmosphärische Luft folgt also bei 100° keineswegs dem Mariotte'schen Gesetze, obwohl die Abweichungen viel geringer sind als bei 0°.

Mittelst dieser Formel lassen sich nun die übrigen Coëfficienten leicht berechnen. Zum Beispiel diene 11.

$k_1^{100} = 1{,}00048\,K$ $\quad \lg = 0{,}000208$

$k_0^{4} = 0{,}99915\,K$ $\quad \lg = 9{,}999631$

$0{,}000577$

$$\lg \frac{373{,}15}{277{,}15} = \frac{0{,}129168}{0{,}129745} = \lg 1+\gamma$$

$$1+\gamma = 1{,}34817$$

woraus folgt $\quad 1+\alpha = 1{,}36800.$

Die directe Bestimmung lieferte einen vollkommen gleichen Werth. Auf diese Art sind die Werthe der vierten Spalte bestimmt. In der letzten befinden sich die übrigbleibenden Differenzen.

Die Coëfficienten sind wie bei Regnault in fünf Decimalen berechnet, wiewohl die letzte eigentlich gar keinen Werth hat. Die gefundenen Differenzen sind als sehr gering zu betrachten, da sie nur einmal fünf Einheiten der vierten Decimale übersteigen, was auf einen Fehler von $\frac{1}{2300}$ des ganzen Werthes zurückkommt. Ueberdiefs liegt der Fehler immer zwischen den Beobachtungsfehlern.

Bei den Bestimmungen unter geringem Druck sind die Differenzen immer positiv, was auf einen zu grofsen berechneten Werth deutet. Durch eine unerhebliche Modification der Formel wäre diefs vielleicht zu ändern, aber wir können hier bemerken, dafs diese Coëfficienten Mittel aus ziemlich aus einander laufenden Werthen sind. So ist der erste ein Mittel aus zehn Bestimmungen, deren gröfster Werth 0,36639 und deren kleinster 0,36376 ist; der zweite aus drei Bestimmungen, mit den Werthen 0,36469 und 0,36583. Ueberdiefs bleibt es möglich, dafs die Formel noch einigermaafsen abweicht bei niederem Druck und ebenso kann hier ein constanter Fehler bei den Beobachtungen auftreten.

Eine zweite, etwas bedeutende Abweichung liefert die erste Bestimmung mit der Differenz 4,1. Wir finden hier eine gleiche Abweichung als beim Wasserstoff und da man auch bei der Kohlensäure die nämliche wiederfindet, so scheint dieser Coëfficient wirklich etwas zu grofs zu seyn. Diefs ist um so wahrscheinlicher, wenn man diese Bestimmung

...ert man noch, dafs K
. wandten Methode (*p.* 59) sel
comment il serait possible de r
ditions; mais on peut en appro
aus dieser Abweichung der vorl
nen Vorwurf machen.

Hingegen glaube ich, dafs dies
vollkommen bestätigen. Regna
ein Ablesungsfehler von $\frac{1}{100}$ Mill
$\frac{1}{10000}$ im Resultate hervorrufe, un
Abweichungen sind höchstens $\frac{1}{251}$
Ueberdiefs sind bei 10 und 11 zw
fehler im Spiel.

Die Werthe 2 und 3 sind zwar
bestimmt als 1; bei diesem höher
gleicher Ablesungsfehler einen ge
niederem ausüben.

Da in der Praxis der Coëfficie
schwieriger zu bestimmen ist als k
so ist es vielleicht besser nur den
und hieraus theoretisch den ersten

Kohlra-

Di-

Vol. von 1 Kilogrm. bei 0° und 0,760 Meter Druck = 0,505711 Cubikmeter.

$K = 19{,}0927$ Cubikmeter.

Da diese Formel wieder aus Bestimmungen bei hohem Druck hergeleitet ist, so mufs ihre Gültigkeit bei niederem Druck geprüft werden.

Regnault hat (*p.* 148) mit Kohlensäure denselben Versuch als mit Luft angestellt; er bestimmte das Gewicht eines Ballons mit Kohlensäure bei verschiedenem Druck.

Seyen diese wieder a und b, so findet man:

	Gew. in Grm.	Berechn.	Diff.	Nach Mariotte.	Diff.
$a = 0{,}760$	19,5396				
$b = 0{,}37413$	9,5845	9,5876	0,0030	9,6628	0,0783
$b' = 0{,}22417$	5,7345	5,7375	0,0030	5,7634	0,0289

Die Werthe in der vorletzten Spalte sind berechnet mittelst der Annahme, das Gas befolge bei 0° und geringem Druck das Mariotte'sche Gesetz. Man sieht, dafs diefs bei Weitem nicht der Fall ist, wie auch Regnault bemerkte. Dagegen stimmen die nach oben stehender Formel berechneten Werthe sehr gut überein; da die Differenz im Mittel $\frac{1}{3000}$ sind. Die beiden Abweichungen sind zwar von gleichem Sinne; man kann hier aber wieder bemerken, dafs die Formel eigentlich für 3° und nicht für 0° berechnet ist.

Wir können diese Formel also als gültig betrachten zwischen 0,2 und 5 Meter. Regnault hat folgende Ausdehnungscoëfficienten bestimmt.

Bei constantem Druck.

	h	$1 + \alpha$
1	0,769	1,37099
2	2,520	1,38455

Bei constantem Volumen.

	bei 0°	bei 100°	
3	0,75847	1,03454	1,36856
4	0,90109	1,23037	1,36943
5	1,74273	2,38772	1,37523
6	3,58907	4,75903	1,38598

Hiezu wurde erst aus 3,5
stimmt mittelst der Formel:

$$\frac{k_1^{100}\ 373{,}15}{k_0^3\ 276{,}15} =$$

wo k_0^3 für den Druck bei 3° mel berechnet wurde, und 1 - cienten zwischen 3° und 100° wie bei atmosphärischer Luft.

Hierdurch war k^{100} für $h =$ sich mittelst der nahezu bekannt k^{100} für 1 Meter Druck bestimm

$$k_1^{100} = 1{,}003$$

Dieser Werth wurde dividirt durc leiteten Werthe von k, wodurch diese Drucke im Verhältnifs zu k_1 wurde. Man fand also:

$h = 2{,}38772$ k^{100} 0,9

$h = 4{,}75903$ k^{100} 0,9

Mittelst dieser Werthe wurden di Formel berechnet.

$$k_h^{100} = [1 = A\,(h - 1) - B\,(h$$

	Werth von Regnault	Berechn. Werth nach der Formel (a)	Diff.
1	1,37099	1,36956	—143
2	1,38455	1,38455	0
3	1,36856	1,36856	0
4	1,36943	1,36973	+ 30
5	1,37523	1,37523	0
6	1,38598	1,38598	0

Man findet hier nur sehr geringe Differenzen. Die von 3, 5 und 6 folgt aus der Formel selbst, aber bei 4 ist sie jedenfalls sehr gering und bei 2 ganz Null. Dieſs ist um so mehr eine Bestätigung der Theorie, als diese den Coëfficienten bei constantem Drucke angiebt, welcher also aus dem Coëfficienten bei constantem Volumen hergeleitet ist. An und für sich hat die Anwendung einer Formel mit zwei Constanten auch nichts Befremdendes. Bei Luft ist der Einfluſs des Coëfficienten B bei 100° geringer als der Beobachtungsfehler, was bei Kohlensäure bei dieser Temperatur noch nicht der Fall ist.

Die gröſste Abweichung findet man wieder bei dem Coëfficienten beim constanten Drucke von einer Atmosphäre, ebenso wie bei Wasserstoff und Luft; sie bestätigt die da gemachte Annahme. Ueberdieſs ist der Fehler nur $\frac{1}{1000}$, ein sehr möglicher Beobachtungsfehler. Da aber alle Bestimmungen gröſser sind als die berechneten (diese fallen zwischen 1,37048 und 1,37164), so scheint mir ein constanter Fehler nicht unwahrscheinlich. Regnault theilt noch einen Versuch mit (p. 149) um mittelst Wägen zu entscheiden, ob die Kohlensäure bei 100° das Mariotte'sche Gesetz befolge, und findet diese Annahme bestätigt. Dieses Resultat scheint aber aus einem Rechnungsfehler hervorzugehen. Er sagt nämlich:

Gewicht der Kohlensäure in dem Ballon bei 100°,01 und dem Druck 755,65

= 14,190 Grm.

oder bei 100° und 760^{mm}

= 14,2717 Grm.

aus der ersten Bestim

6,3549

Indessen wird man gleich einse
bestimmten Volumens Gas mi
nicht steigt, und dafs das Gewi
kleiner als 6,3505 seyn mufs.
findet sich:

$$g = 6{,}3505 \times \frac{373{,}}{373{,}}$$

Die Abweichung vom Mariotte's
diesem Versuche sehr erheblich.

Wenn man aber aus der e
der Formel für k^{100} das Gewicht
so findet sich:

$$g = 6{,}348$$

und also eine völlige Uebereinstim
noch (p. 147) eine mittelst Wägu
des Ausdehnungscoëfficienten bei
und findet dann

1,3719,

welcher Werth noch mehr vom l
war mir unmöglich diese Bestimm
nen Formel nach zu rechnen. da
des Gas

Man hat also für Kohlensäure bei 3° C.:

$$k_h^3 = [1 - 0{,}008567\,(h-1) - 0{,}000111\,(h-1)^2]\,K$$

und bei 100° C.:

$$k_h^{100} = [1 - 0{,}002465\,(h-1) - 0{,}000275\,(h-1)^2]\,1{,}00391\,K.$$

Stickstoff.

Die reducirte Regnault'sche Formel ist für Stickstoff:

$$k_h = [1 - A\,(h-1) + B\,(h-1)^2]\,K$$

$\lg A = 6{,}912644 - 10 \qquad A = 0{,}000817794$

$\lg B = 5{,}824578 - 10 \qquad B = 0{,}0000667695$

Temperatur 5° C.

Vol. von 1 Kilogrm. bei 0° und 0,760 Druck = 0,796073 Cubikmeter.

$$K = 30{,}1094 \text{ Cubikmeter.}$$

Die Formel ist berechnet aus Beobachtungen bei 2 und 4 Meter Druck; wiewohl keine Bestimmungen mitgetheilt werden um die Formel für Drucke unter einem Meter zu prüfen, so kann man mit Rücksicht auf die Kohlensäure Gültigkeit für diesen Fall beim Stickstoff unbedingt annehmen.

Regnault theilt nur eine Bestimmung des Ausdehnungscoëfficienten und zwar bei constantem Volumen mit. Er erhielt:

h		
bei 0°	bei 100°	$1+\alpha$
0,56777	0,76260	1,36682.

Ob k hier auch eine Function von t sey, läfst sich mittelst dieses Werthes entscheiden.

Man hat für den Ausdehnungscoëfficienten bei constantem Volumen die Formel:

$$p_1 v = k_1^{100}\,373{,}15$$

$$p_0 v = k_0^{3}\,\;278{,}15$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{k_1^{100}\,373{,}15}{k_0^{3}\,\;278{,}15} = 1 + \gamma = 1{,}34220.$$

Aus obenstehender Formel findet sich bei 5° für:

$$h = 0{,}56777,$$

...aus deutlich folgt, dafs k a
Temperatur steigt.

Wie aber k^{100} sich mit d
sich aus Mangel an Bestimmung

Für den Druck $p = 0{,}7626$
Ausdehnungscoëfficient bei cons
der von Regnault nicht angege

$$p v_1 = k_h^{100}$$

woraus folgt: $$p v_0 = k_h^{5}$$

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{k_p{}^{100}\, 373{,}15}{k_p{}^{5}\, 278{,}15}$$

Man findet dann $1 + \gamma = 1{,}34243$

$$\alpha = \frac{\gamma}{0{,}95 - \gamma^{5}_{0}}$$

$1 + \alpha = 1{,}136707$ gleich dem Ausdeh
dem constantem Drucke von einer At

Ueber die Bestimmung der Volumin
Werth von K.

Regnault bestimmte das Gewi
vier Gase in Grammen. Das Umgek
Volumen in Litern

Diese Bestimmungen sind gültig für 0° C. und 0,760 Meter Druck.

Hiemit läfst sich der schon früher angegebene absolute Werth von K bestimmen.

Die Formel $pv = kt$ wird für obenstehenden Druck und Temperatur:

$$10332{,}9\, v = k^{0}_{0,760}\, 273{,}15,$$

10332,9 ist der Druck einer Atmosphäre in Kilogrammen per Quadratmeter; v ist experimentell bekannt, und K läfst sich dem zufolge bestimmen.

Bei Wasserstoff ist k unabhängig von t, also $k^{4}_{0,760} = k^{0}_{0,760} = 0{,}999909\, K$. Substituirend findet man:

$$10332{,}9 \times 11{,}16346 = 0{,}999909\, K \times 273{,}15,$$

woraus folgt:

$$K = 422{,}337 \text{ Cubikmeter}$$
$$\lg K = 2{,}625659.$$

Bei Luft hat man die zwei Formeln:

$$k^{4}_{0,760} = 1{,}00030\, K$$
$$k^{100}_{0,760} = 1{,}00065\, K$$

und hieraus mittelst Interpolation:

$$k^{0}_{0,760} = 1{,}000285\, K.$$

Man wird bei diesem so wie bei den folgenden Gasen diesen Coëfficienten ohne merklichen Fehler der Temperatur proportional betrachten können. Man hat dann wieder:

$$10332{,}9 \times 0{,}773283 = 1{,}000285\, K \times 273\ 15,$$

woraus folgt:

$$K = 29{,}2440 \text{ Cubikmeter}$$
$$\lg K = 1{,}466037.$$

Bei Kohlensäure hat man:

$$k^{3}_{0,760} = 1{,}002050\, K$$
$$k^{100}_{0,760} = 1{,}004486\, K,$$

woraus folgt;

$$k^{0}_{0,760} = 1{,}001977\, K$$

und die Formel:

$$10332{,}9 \times 0{,}505711 = 1{,}001977\, K \times 273{,}15$$
$$K = 19{,}0927$$
$$\lg K = 1{,}280866.$$

einander gleichsetzen

$$k^0_{0,766} =$$

$$10332{,}9 \times 0{,}796073 =$$

$$K = 3($$

$$\lg K = 1{,}$$

Mittelst dieser Formel läßt s
Kilogrammes dieser Gase für
und eine bestimmte Temperatu

Bei Wasserstoff ist k una
also:

$$\varphi = \frac{k_h t}{p} = \frac{[1 + A(h-1) + B(h$$

wo A und B die früher angeg
die Druckhöhe in Metern und τ
Graden angiebt.

Für Luft bestimme man erst
nen Formeln die Werthe:

k^0_h und k_h

woraus sich mittelst Interpolation
findet dann:

$$\varphi = \frac{k_h \tau t}{p} = \frac{k_h \tau (27$$
$$13$$

Bei Kohlensäure bestimme

Bei Stickstoff ist k und dem zufolge auch das Volumen nur zu bestimmen für einen Druck von ungefähr 0,2 bis 5 Meter bei 5° C., und bei 0,760 Druck zwischen den Temperaturen 0° bis 100°. Wie k^{100} sich mit h verändert, ist aus Mangel an Beobachtungen, wie schon gesagt, nicht zu bestimmen. Es ist noch von Interesse hier zu bemerken, dafs die Abweichungen der Constante k vom Mariotte'schen und vom Gay-Lussac'schen Gesetze keineswegs gleichen Schritt mit einander halten. Beim Wasserstoff verändert sich k nur durch den Druck; bei den anderen Gasen ist auch die Temperatur von Einflufs. Die Veränderung von k durch den Druck, oder die Abweichung vom Mariotte'schen Gesetze ist bei Luft gröfser als bei Stickstoff; dagegen ist die Abweichung vom Gay-Lussac'schen Gesetze bei letzterem Gase gröfser als bei Luft. Es sind diefs Abweichungen, die mit den Eigenschaften der Gase enge zusammenhangen, und mit Recht kann man k die Characteristica der Gase nennen.

Wir haben hier nur vier Gase betrachten können, da nur für diese die geforderten Bestimmungen von Regnault gemacht worden sind. Regnault hat aber in der letzten Zeit (*Ann. de Chim. T.* 63 *p.* 45, 1861) ein Instrument beschrieben, mittelst welches sich die Abweichungen verschiedener Gase und Dämpfe leicht bestimmen lassen. Eine derartige Untersuchung würde gewifs aus oben genannten Gründen hohen Werth haben.

Zum Schlufs mufs ich hier noch eine vor Kurzem erschienene Arbeit über die Gase besprechen, nämlich die Dissertation des Hrn. Theodor Reye aus Ritzebüttel. Göttingen 1861: Die mechanische Wärmetheorie und das Spannungsgesetz der Gase [1]).

Der Verfasser leitet aus den Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie folgende ebenfalls allgemein gültige Gleichung ab:

$$\frac{dp}{\varkappa+p} = d\lg\tau - A\,\frac{\varkappa+p}{c_p-c_v}\,\frac{d\lg\tau}{dt}\,dv,$$

1) Einen Auszug davon gab der Verfasser im vorhergehenden Aufsatz. *P.*

...diese Formel

$$\frac{d \lg P}{dp} dp = d \lg$$

wo P eine Function von p, allein ist. Hieraus folgt durch R die Integrationsconstante dar

Er findet dann aus den Jo Versuchen, wo er als bewiese sey der Druckdifferenz genau p

$$P = \frac{p}{1+}$$

wo π eine sehr kleine Gröfse aus der Regnault'schen Beoba Wärme bei Luft vom Druck un zu seyn scheint, die Function ab

$$V = \varphi + \text{Const.} =$$

wo S eine neue Constante ist.

Man hat also für das Spannun

$$\frac{p}{1+\pi p} (\varphi + RS) =$$

Die verschiedenen Constanten π, R ...der R

$$\frac{pv}{R} = a + t - (S - a\pi - \pi t)\, p.$$

Wenn nun bei constanter Temperatur v in v_1 und p in p_1 übergeht, findet man:

$$\beta = \frac{pv}{p_1 v_1} = \frac{B - p}{B - p_1} \text{ wo } B = \frac{a + t}{S - \pi(a + t)}.$$

Hieraus folgt für $t = \frac{S}{\pi} - a$, $B = \infty$ und $\beta = 1$, und es würde sich also für jedes Gas eine Temperatur angeben lassen, bei welcher dasselbe genau dem Mariotte'schen Gesetze folgt. Der Verfasser findet diese $= 79°$ für Luft, $= 156°$ für Kohlensäure und $= -41°$ für Wasserstoff.

Das erste Resultat können wir mittelst unserer gefundenen Formeln prüfen.

Wenn man für Luft die Werthe von k berechnet für den Druck in Meter 0,5, 1 usw. und die Temperatur 4 und 100, und mittelst Interpolation für 79°, so findet sich:

	4°	100°	79°
$k = \frac{1}{2}$	1,00062	1,00067	1,00066
$k = 1$	1,00000	1,00062	1,00049
$k = 1{,}5$	0,99938	1,00057	1,00031
$k = 2$	0,99878	1,00051	1,00013.

Wäre die Luft bei 79° wirklich als ein ideelles Gas zu betrachten, so müfsten die gefundenen Werthe von k einander gleich seyn, was, wie man sieht, bei Weitem nicht der Fall ist.

Man findet dasselbe Resultat bei Wasserstoff und Kohlensäure; die Resultate sind aber weniger gewifs, da die Temperaturen $-41°$ und 156° aufser den von Regnault beobachteten liegen. Man kann hier freilich einwenden, dafs die Proportionalität von k mit der Temperatur bei gleichem Druck nicht bewiesen ist. Die Annahme wird aber wohl nicht viel von der Wahrheit abweichen, und überhaupt fehlen bis jetzt alle Beobachtungen um diefs auszumachen. Jedenfalls folgt aber aus den mitgetheilten Zahlen, dafs bei 79° der Coëfficient keineswegs constant seyn kann, da er sich bei

Beobachtungsfehler richtig seyn,
noch nicht als Ausgangspunkt ei
gegen scheint mir das Abweichen
Wirklichkeit anzudeuten, dafs e
nicht streng richtig sind. Als allge
folgende aus dieser Untersuchun

1. Es ist besser den Ausdeh
stanten Drucke einer Atmosphär
bei constantem Volumen zu bere
zu bestimmen.

2. Bei einer Ausdehnung u
verhält sich das Wasserstoffgas wi

3. Luft und Kohlensäure zeige
liche Abweichungen vom Mariotte's

4. Der Ausdehnungscoëfficient
einer Atmosphäre ist für Stickstoff

Maestricht, 17. Mai 1862.

VI. *Chemisch-analytische Beiträge; von H. Rose.*

Ueber die quantitative Bestimmung des Arseniks.

Zerlegung der arsenikalischen Verbindungen durch Schwefel.

In sehr vielen Verbindungen der Arseniksäure mit Metalloxyden kann man die Menge der letzteren und also auch die der Arseniksäure durch den Verlust sehr genau auf die Weise bestimmen, dafs man jene Verbindungen mit Schwefel gemengt glüht, wodurch die Arseniksäure zu Arsenik reducirt als Arsenik und Schwefelarsenik verflüchtigt und die Base in Schwefelmetall verwandelt wird. Glüht man die arseniksaure Verbindung mit Schwefel gemengt in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, so kann in sehr vielen Fällen das Schwefelmetall seiner Menge nach sehr genau gefunden werden. Diefs ist namentlich bei den Verbindungen der Arseniksäure mit denjenigen Metalloxyden der Fall, welche in Schwefelmetalle von einer bestimmten Zusammensetzung verwandelt werden, wenn man sie mit Schwefel gemengt in einem Strome von Wasserstoffgas erhitzt, also bei den Verbindungen der Arseniksäure mit den Oxyden des Mangans, des Eisens, des Zinks, des Bleis und des Kupfers.

Man bedient sich zu diesen Untersuchungen eines Apparats, wie ich ihn früher in diesen Annalen beschrieben habe [1]). Es ist hierbei zu bemerken, dafs man den Porcellantiegel (einen solchen und nicht einen Platintiegel mufs man hierbei anwenden) mit einem durchbohrten Porcellandeckel und nicht mit einem Platindeckel bedecken mufs, auch wenn letzterer schon sehr beschädigt ist. Durch die sich verflüchtigenden Arsenikdämpfe wird derselbe so spröde und brüchig, dafs er nach kurzer Zeit nicht mehr zu gebrauchen ist, und dafs man selbst fürchten mufs, dafs Stücke

1) Pogg. Ann. Bd. 110, S. 122.

kann die ars
lufttrocknen wasserhaltigen Z
Glühen im wasserfreien Zusta
ist schon, wenn man die V
gut gemengt hat, nach dem er
gasstrome die Umwandlung d
in Schwefelmetall ganz vollen
anzurathen die Operation zu
Menge von Schwefel anzuwe
Tiegels bei zwei Wägungen da

Man erhält auf diese Weise
nur bei den Verbindungen der
genannten Metalloxyden.

Die Verwandlung dieser arse
felmetalle gelingt schon vollkom
mit Schwefelpulver mengt und in
lantiegel glüht. Man erhält auf
Schwefelmetalle nicht ganz rein,
nen Ueberschufs von Schwefel,
ben in einer Atmosphäre von Wa

Arsenigsaures Bleioxyd. — An

zeigte, 3,204 Grm. 0,875 Grm. Wasser. Das Pulver nahm dabei eine grünlich gelbe Farbe an. Durch die Behandlung mit Schwefel in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhielt Hr. Oesten 1,052 Schwefeleisen FeS. Das Salz bestand also aus

			Sauerstoff
0,956	Grm.	Eisenoxyd	0,287
1,373	»	Arseniksäure	0,478
0,875	»	Wasser	0,778
3,204.			

Im Hundert besteht also das Salz aus:

Eisenoxyd	29,83
Arseniksäure	42,85
Wasser	27,32
	100,00.

Die Zusammensetzung des Salzes ist daher $\dddot{Fe}\ddot{As}+8\dot{H}$.

Das erhaltene Schwefeleisen war ganz frei von Arsenik.

Ebelmen hat schon vor längerer Zeit[1]) gefunden, dafs die Arseniksäure vom Eisenoxyd auf die Weise getrennt werden kann, dafs man die Verbindung in einem Strome von Schwefelwasserstoffgas glüht; es bleibt dann Schwefeleisen zurück.

Arseniksaures Zinkoxyd. — Das Salz war durchs Fällen einer schwefelsauren Zinkoxydlösung durch arseniksaures Natron erhalten worden; letztere Lösung wurde in erstere, die im Ueberschufs vorhanden war, gegossen. Der Niederschlag liefs sich sehr schwer auswaschen, und im Waschwasser war selbst nach einem Auswaschen von 8 Tagen noch die Gegenwart der Schwefelsäure nachzuweisen. Nach dem Trocknen bildete das Salz glasartige Stücke; es wurde geglüht sodann mit Schwefel gemengt im Wasserstoffgasstrome wiederum geglüht und aus dem erhaltenen Schwefelzink das Zinkoxyd und die Arseniksäure berechnet. Hr. Oesten erhielt aus 2,867 Grm. des Salzes

1) *Ann. de Chimie et de Physique* 3*te Reihe Bd.* 25 *S.* 98.

			Sauerstoff
1,055	Grm.	Zinkoxyd	0,208
1,514	»	Arseniksäure	0,427
0,298	»	Wasser	0,265
2,867.			

Das erhaltene Schwefelzink war ganz frei von Arsenik.

Das Salz ist nicht von einer einfachen Zusammensetzung; es scheint eine Mengung von zwei Salzen zu seyn, welche 2 und 3 Atome Zinkoxyd gegen ein Atom der Arseniksäure enthalten.

Arseniksaures Manganoxydul. — Die Verbindung war auf eine ähnliche Weise wie die vorige bereitet worden. Sie bildete wie diese nach dem Trocknen glasartige Stücke. Durch die Behandlung mit Schwefel und Wasserstoff erhielt Hr. Oesten aus 2,271 Grm. des getrockneten Salzes

			Sauerstoff.
0,833	Grm.	Manganoxydul	0,190
1,133	»	Arseniksäure	0,394

			Sauerstoff.
0,641	Grm.	Kupferoxyd	0,129
0,458	»	Arseniksäure	0,159
0,061	»	Wasser	0,054
1,160.			

Das erhaltene Schwefelkupfer enthielt kein Arsenik.

Das untersuchte arseniksaure Kupferoxyd enthält also fast 4 Atome Kupferoxyd gegen 1 Atom Arseniksäure [1]).

Arseniksaures Nickeloxyd. — Da man aus dem Gewicht des Schwefelnickels, wenn dasselbe aus dem Nickeloxyde oder aus anderen Nickelverbindungen durchs Glühen in einem Strome von Wasserstoffgas dargestellt worden ist, nicht mit Sicherheit die Menge des Nickels bestimmen kann [2]), so ist es nicht nöthig bei der Untersuchung des arseniksauren Nickeloxyds dasselbe einer solchen Operation zu unterwerfen. Man braucht nur das Salz mit Schwefelpulver gemengt in einem bedeckten Porcellantiegel zu glühen. Es ist nicht einmal nöthig dabei eine so starke Hitze anzuwenden, dafs das entstandene Schwefelnickel zusammenschmelzt; es genügt durch eine einfache Lampe bei mäfsiger Rothglühhitze so lange zu erhitzen, bis auf der Innenseite des Porcellandeckels kein rothes Schwefelarsenik, das schwerer flüchtig als der überschüssige Schwefel ist, sich mehr absetzt. Dann ist das zurückbleibende Schwefelnickel frei von Arsenik.

Arseniksaures Kobaltoxyd. — Da noch weniger als das Schwefelnickel das Schwefelkobalt mit Sicherheit seinem Gewichte nach bestimmt werden kann, wenn man es durch Glühen mit Schwefel in einem Wasserstoffgasstrome aus mehreren Kobaltverbindungen dargestellt hat, so ist es überflüssig zur Verjagung des Arseniks das arseniksaure Kobaltoxyd bei seiner Untersuchung im Porcellantiegel mit Schwefel gemengt, in einem Wasserstoffstrome zu erhitzen. Es ist in-

1) Wird phosphorsaures Kupferoxyd mit Schwefel gemengt im Wasserstoffgasstrome geglüht, so wird es nicht zersetzt, und verändert sein Gewicht nicht.

2) Pogg. Ann. Bd. 110, S. 131.

dessen weit schwerer aus dem arseniksauren Kobaltoxyde das Arsenik vollständig zu verjagen, als aus dem Nickelsalze. Selbst bei wiederholter Behandlung mit Schwefel konnten im erhaltenen Schwefelkobalt Spuren von Arsenik aufgefunden werden; und diese wurden auch nicht daraus entfernt, wenn das Erhitzen durch das Gebläse unterstützt wurde. Man gelangt indessen zum Ziele, wenn man ein erhaltenes Schwefelkobalt, das gröfsere oder geringe Mengen von Arsenik enthält, mit Salpetersäure oxydirt, das Ganze zur Trocknifs abdampft, glüht, alsdann mit Schwefel mengt und wieder glüht.

Arseniksaures Silberoxyd. — Diese Verbindung wird schon durch Wasserstoffgas beim Glühen zersetzt; es ist indessen nicht möglich selbst durch langes und oft erneuertes Glühen in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas alles Arsenik auszutreiben. Löst man das erhaltene metallische Silber in verdünnter Salpetersäure auf, so bleibt ein ge-

nach der Mengung mit Schwefel in einem Strome von Wasserstoffgas ist es nicht möglich das Arsenik vollständig von der Thonerde zu verjagen. Durchs Glühen der arseniksauren Thonerde in einem Strome von Wasserstoffgas ohne Zusatz von Schwefel kann man zwar die Thonerde von der gröfsten Menge der Arseniksäure trennen, welche als metallisches Arsenik verflüchtigt wird; es ist indessen nicht möglich, sie vollständig davon zu befreien. Sie erhält sowohl wenn sie mit, als auch wenn sie ohne Schwefel im Wasserstoffstrome geglüht wird, eine schwarzgraue Farbe; beim Glühen an der Luft wird sie ohne merkliche Gewichtsveränderung wiederum weifs, giebt aber mit Cyankalium geschmolzen, einen wiewohl nicht sehr starken Spiegel von Arsenik.

Arseniksaure Ammoniak Magnesia. — Eben so wenig wie aus der arseniksauren Thonerde läfst sich aus der arseniksauren Magnesia das Arsenik leicht und vollständig durchs Erhitzen mit Schwefel austreiben. Sie verliert zwar dabei bedeutend an Arsenik, das sich als rothes Schwefelarsenik verflüchtigt, aber auch nach mehrmaliger Behandlung mit Schwefel konnte die zurückbleibende Magnesia nicht vollständig davon befreit werden.

Da es für die leichtere Bestimmung der Arseniksäure von Wichtigkeit ist, in der arseniksauren Ammoniak-Magnesia schneller die Arseniksäure bestimmen zu können, als durch längeres Trocknen derselben bei 100°, so habe ich noch mehrere Versuche angestellt, um aus diesem Salze die Arseniksäure vollständig auszutreiben. Aber alle diese Versuche haben zu keinem günstigen Resultate geführt. Bekanntlich verliert das Salz schon durch schnelles Erhitzen Arsenik, das aus der Arseniksäure durch die Einwirkung des frei werdenden Ammoniaks reducirt wird, aber auch durchs Glühen mit kohlensaurem Ammoniak glückte die vollständige Austreibung des Arseniks nicht. Wird das Salz in einem Strome von Wasserstoffgas erhitzt, so verliert es beständig Arsenik, aber auch durch eine lange Behandlung ist dasselbe nicht vollständig zu vertreiben.

1,100 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes, welche 0,231 Grm. Magnesia enthalten, wogen nach einem achtstündigen starkem Glühen in einem Strome von Wasserstoffgas 0,357 Grm.

Durch ein anfangs sehr vorsichtiges Erhitzen des Salzes kann man es dahin bringen, aus demselben das Ammoniak zu verflüchtigen, ehe dasselbe reducirend auf die Arseniksäure einwirken kann. 1,081 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes, die 0,882 Grm. arseniksaure Magnesia ($\dot{Mg}^2 \dot{\ddot{A}s}$) enthalten, wurden zuerst bei einer Temperatur von 100° bis 200° und dann 4 Stunden hindurch bei 300° bis 400° erhitzt, sodann einer schwachen, und endlich einer sehr starken Rothglühhitze ausgesetzt. Es wurden 0,890 Grm. arseniksaure Magnesia von rein weifser Farbe erhalten, deren Gewicht nach dreimaligem starken Glühen beständig blieb. Da aber zur Erlangung dieses Resultats mehr Zeit und Vorsicht erfordert wird, als man zum Trocknen des

Arsenikeisen von Breitenbrunn in Sachsen. Dasselbe hat nach Behncke [1]) folgende Zusammensetzung:

Schwefel	1,10
Arsenik	69,85
Antimon	1,05
Eisen	27,41
	99,41.

Hr. Oesten erhielt aus 1,396 Grm. des Minerals von derselben Stufe, welche zur Untersuchung von Behncke gedient hatte, bei der Behandlung im fein gepulverten Zustande mit Schwefel in einer Wasserstoffgasatmosphäre 0,620 Grm. Schwefeleisen FeS. Diese entsprechen 28 Proc. Eisen in der Verbindung. Dafs ein halbes Procent mehr davon gefunden wurde, als Behncke angiebt, kommt von dem Antimongehalte des Minerals, das nicht oder nur zum kleinsten Theile verflüchtigt werden konnte.

Arsenikkies von Rothzechau bei Landshuth in Schlesien. Er enthält nach Behncke:

Schwefel	19,77
Arsenik	44,02
Antimon	0,92
Eisen	34,83
	99,54

Das Mineral wurde, ohne mit Schwefel gemengt zu werden, in einem Strome von Wasserstoffgas 4 Stunden hindurch geglüht. Es verlor dadurch nur 30 Proc. am Gewicht. Man sieht hieraus, dafs ein Uebermaafs von Schwefel dazu gehört, um das Arsenik vollständig aus dem Arsenikkies zu vertreiben; denn die Schwefelmenge im Mineral ist gerade hinreichend um mit dem Eisen Schwefeleisen im Minimum (FeS) zu bilden. Erhitzt man den Arsenikkies in einem Kölbchen für sich, so sublimirt sich bekanntlich vorzüglich neben etwas rothem Schwefelarsenik nur metallisches Arsenik. Wird der Arsenikkies mit Schwefel gemengt in einem Wasserstoffgasstrome geglüht, so verwandelt er sich

1) Pogg. Ann. Bd. 98 S. 187.

vollständig in das Schwefeleisen Fe S, das kein Arsenik enthält.

Arseniknickel.

Kupfernickel. Dasselbe wurde im fein zertheilten Zustande mit Schwefel gemengt im Porcellantiegel (ohne Mitwirkung eines Wasserstoffgasstromes) über einer einfachen Lampe erhitzt, wodurch das erzeugte Schwefelnickel nicht zum Schmelzen kam. Die Operation wurde mit neuem Schwefel so oft wiederholt bis auf der Innenseite des Porcellandeckels kein rothes Schwefelarsenik mehr zu bemerken war; es war, um diefs zu erreichen, ein dreimaliges Glühen nothwendig. Das erhaltene Schwefelnickel zeigte nur Spuren von Arsenik, die aus demselben auch nicht verjagt werden konnten, als es, mit neuem Schwefel gemengt, vermittelst eines kleinen Gebläses erhitzt wurde, wodurch das Schwefelnickel zum Schmelzen kam. Als das-

Darstellungsmethoden vorzuziehen seyn, bei welchen ein Auswaschen angewandt wird, das im Grofsen immer mit Schwierigkeiten verknüpft ist.

Arsenikkobalt.

Das Arsenik läfst sich vom Kobalt nicht so leicht als vom Nickel durch Schwefel verjagen; weshalb eine kobalthaltige Nickelspeise schwerer vom Arsenik befreit werden kann als eine kobaltfreie.

Glanzkobalt. In diesem Minerale sind die Bestandtheile inniger verbunden als in Verbindungen, die mit demselben eine gleiche atomistische Zusammensetzung theilen, wie Arsenikkies und Nickelglanz.

Es ist in der That merkwürdig, wie verschieden sich diese drei Mineralien gegen Reagentien verhalten. Der Glanzkobalt verändert sich nicht, wenn er im Kölbchen auch ziemlich stark erhitzt wird. Es ist dieſs auffallend, da er eine Schwefelverbindung CoS^2 und eine Arsenikverbindung $CoAs^2$ enthält, die beide für sich erhitzt einen Theil des Schwefels und des Arseniks bei nicht sehr bedeutender Hitze verlieren. Der Arsenikkies, der freilich mit dem Glanzkobalt nicht dieselbe Krystallform theilt, giebt beim Erhitzen, wie schon oben angeführt, aufser etwas Schwefelarsenik vorzüglich metallisches Arsenik; aus dem Nickelglanz verflüchtigt sich beim Erhitzen Schwefelarsenik.

Ebenso verschieden ist das Verhalten der drei Mineralien gegen Salpetersäure und gegen Königswasser. Während die Schwefelverbindungen der Metalle sich gegen diese Säuren auf die Weise verhalten, dafs die Metalle früher als der Schwefel oxydirt werden, und jene schon vollständig aufgelöst seyn können, während ein bedeutender Theil des Schwefels noch nicht oxydirt ist, verhalten sich zwar Arsenikkies und Nickelglanz auf diese Weise, nicht aber Glanzkobalt. Wird dieser der Einwirkung jener Säure unterworfen, so lösen sich Schwefel, Arsenik und Kobalt gleichförmig auf, was man bei Anwesenheit der Verbindung CoS^2 im Mineral gewifs nicht vermuthen sollte. Nur bis-

men, während er fast 20 Proc.

Wird der Glanzkobalt im sel
mit Schwefel durch eine einfac
ändert er sich sehr wenig: auch
nem Wasserstoffgasstrome wird
nicht zersetzt. Oxydirt man ih
und behandelt die geglühte oxy
so findet eine Zersetzung statt
trieben, doch schwieriger als die
Fall ist, und es gehört ein öfte
Behandlung mit Schwefel dazu um
zu verjagen.

Zerlegung der arseniksauren Verbindun

Man kann in manchen arseniks
Menge der Base auf keine Weise
bestimmen, als durch die Behandlu
ammonium. Es sind indessen vor
sauren Alkalien, welche auf diese
ständig, gewöhnlich schon nach ein

Metalle der arseniksauren Verbindungen ganz rein von Arsenik erhalten, wenn man sie mit Chlorammonium gemengt in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhitzt. Bilden hierbei die Metalle flüchtige Chlorverbindungen, so ist eine theilweise Verflüchtigung derselben nicht zu vermeiden.

Arseniksaures Eisenoxyd. 1,3048 Grm. des wasserfreien (geglühten) Salzes gaben mit Chlorammonium gemengt in einem Strome von Wasserstoffgas geglüht 0,3984 Grm. metallisches Eisen, also 30,53 Proc.; obgleich in der Verbindung nur 28,71 Proc. Eisen enthalten sind, so war der Porcellandeckel nach der Operation am Rande mit einer Haut von Eisenoxyd überzogen. Das erhaltene Eisen gab nach der Lösung in Chlorwasserstoff mit einem Zusatze von chlorsaurem Kali, und Erhitzen mit einer Lösung von schwefelichter Säure, durch Schwefelwasserstoffgas Schwefelarsenik.

Arseniksaures Kobaltoxyd und *arseniksaures Nickeloxyd* gaben durch die Behandlung mit Chlorammonium in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas Metalle, deren Lösungen auf dieselbe Weise behandelt, Schwefelarsenik lieferten, obgleich das Glühen mit Chlorammonium zweimal wiederholt worden war. Nur *arseniksaures Kupferoxyd* gab auf ähnliche Weise behandelt, metallisches Kupfer, das bei der Untersuchung frei von Arsenik befunden wurde. Aber während der ganzen Operation verflüchtigte sich Kupferchlorür, und das entweichende Wasserstoffgas brannte mit starker lazurblauer Flamme.

Ich hatte diesen Erfolg nicht erwartet, da Cyanmetalle auf ähnliche Weise behandelt, so vollständig reducirt werden, dafs man die Zusammensetzung der Cyanverbindung aus der Menge des erhaltenen Metalls in vielen Fällen sehr gut bestimmen kann[1]). Es sind indessen nur solche Cyanverbindungen der Behandlung mit Chlorammonium und Wasserstoffgas unterworfen worden, welche Cyankalium enthalten. Das entstandene Chlorkalium verhinderte die Verflüchtigung des gleichzeitig entstandenen anderen Chlormetalls, indem es mit demselben eine Doppelverbindung

1) Pogg. Ann. Bd. 115 S. 500. [illegible] metallen schnel-

...ben die arseniksauren ...
ner gezeigt hat schneller als
beim Schmelzen die Arseniks
in vielen Fällen vollständiger
Versuche müssen in Porcellant
erhitzt so lange bis das übers
verflüchtigt ist. Da besonders i
men und Sprützen stattfindet,
lantiegel erst das saure schwefel
zen zu bringen, und dann nac
sche Verbindung im gepulverten
wendet ungefähr die sieben bis
moniakalischen Salzes an.

Aber durch das Schmelzen
Porcellantiegeln wird die Glasur
fen. Wenn nach gänzlicher
schwefelsauren Ammoniaks die
vollständig in eine schwefelsaure
so kann man aus dem Gewicht
heit die Menge der Base der ars
rechnen, da die schwefelsaure
sauren Basen verunreinigt ist, d
sauren schwefelsauren

scheint indessen dafs das saure ammoniakalische Salz die gänzliche Vertreibung des Arseniks leichter zu bewirken im Stande ist.

Es wäre besonders wichtig, die *arseniksaure Ammoniak-Magnesia* schnell und vollständig in schwefelsaure Magnesia zu verwandeln, die ihrem Gewichte nach leicht bestimmt werden kann. Schon durch einmaliges Schmelzen mit saurem schwefelsauren Ammoniak läfst sich diefs bewirken; das erhaltene Salz ist vollkommen frei von Arsenik. Aber aus den angeführten Gründen bekommt man an Gewicht mehr als man erhalten sollte. Hr. Finkener erhielt aus 0,7486 Grm. von $2MgO + NH^4O + AsO^5 + HO$ 0,4992 Grm. schwefelsaure Magnesia, also 63,91 Proc. Arseniksäure statt 60,53 Proc. die darin enthalten sind. Eine ähnliche Gewichtszunahme erhielt er, als er gewogene Mengen von krystallisirtem arseniksauren Kali in arseniksaure Ammoniak-Magnesia verwandelte, und diese durch saures schwefelsaures Ammoniak zersetzte. Es wurden in drei Versuchen 67,02, 67,48 und 66,29 Proc. Arseniksäure statt 63,91 Proc. erhalten, die im arseniksauren Kali enthalten sind.

Durch einmaliges Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Ammoniak habe ich auf ähnliche Weise wie die arseniksaure Ammoniak-Magnesia *arseniksaures Natron*, *arseniksaure Kalkerde* und *arseniksaures Bleioxyd* in schwefelsaure Salze verwandelt, in welchen nicht die kleinsten Mengen von Arsenik entdeckt werden konnten. Auch *arseniksaures Kobaltoxyd* verlor durchs Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Ammoniak leichter das Arsenik, als durch Behandlung mit Schwefel. Sonderbarer Weise wurden nach mehreren Versuchen in dem schwefelsauren Kali, das durch Behandlung des *krystallisirten arseniksauren Kalis* vermittelst zweifach schwefelsauren Ammoniaks erhalten worden war, Spuren von Arsenik nachgewiesen, selbst wenn das Schmelzen wiederholt worden war.

Was aber die Anwendung des zweifach schwefelsauren Ammoniaks einen technischen Werth geben kann, ist, dafs man durch dasselbe das Arsenik aus Arsenikmetallen schnel-

...widerstent, wird im
durch einmaliges Schmelzen v
im erhaltenen basich schwefel
senik aufzufinden ist. Bei der
metalle durch das ammoniakali
sehr starkes Schäumen statt, so
in einer Schaale und nur später
gänzlichen Verflüchtigung des a
hitzen mufs.

Ich bin der Meinung, dafs
arsenikfreien Nickels im Grofsen
niak mit Vortheil wird angewan
selbe ist leicht und wohlfeil durc
ser, oder von andern Flüssigkeit
Ammoniak enthalten, vermittelst Sc
erhalten. Eine Schwierigkeit wird i
sende Gefäfse zu finden, welche be
felsauren Salzes nicht oder nur we

Zerlegung der arseniksauren Sal

In einigen wenigen arsenik

Arseniksäure als arseniksaure Ammoniak-Magnesia abgeschieden. Hr. Finkener erhielt 42,10 Proc. Arseniksäure, während eine oben S. 455 angeführte Untersuchung darin 42,85 nachgewiesen hatte.

Arseniksaures Kupferoxyd. — Das trockene Pulver wurde längere Zeit hindurch mit einer Lösung von Kalihydrat gekocht, wodurch es schwarz wurde. Nach dem vollständigen Auswaschen wurde das Kupferoxyd geglüht. Hr. Oesten erhielt aus 0,901 Grm. des Salzes 0,492 Grm. Kupferoxyd oder 54,60 Proc., während die oben angeführte Untersuchung 55,26 Proc. ergeben hatte. Das erhaltene Kupferoxyd war ganz frei von Arsenik.

Arseniksaures Zinkoxyd. — Das Salz war nach dem Glühen mit einer Lösung von kohlensaurem Natron gekocht worden. Es wurde dadurch sehr unvollständig zersetzt, deshalb in Chlorwasserstoffsäure gelöst, die Lösung mit Kalihydrat gesättigt, und mit einem Ueberschufs von kohlensaurem Natron gekocht. Hr. Oesten erhielt auf diese Weise aus 1,885 Grm. des geglühten Salzes nach dem ersten Kochen 1,388 Grm. und nach dem zweiten 0,916 Grm. Zinkoxyd oder 48,6 Proc. des geglühten Salzes, während nach einer oben angeführten Untersuchung nur 41,06 Proc. darin enthalten sind. Das Zinkoxyd enthielt daher noch eine bedeutende Menge von Arseniksäure.

Arseniksaures Manganoxydul. — Durchs Kochen mit Kalihydrat oxydirte sich das Oxydul und wurde braun. Aus 2,322 Grm. des Salzes erhielt Hr. Oesten 1,034 Grm. oder 41,38 Proc. Manganoxydul. Diefs stimmt zwar mit einer oben angeführten Untersuchung desselben Salzes, nach welcher 41,08 Proc. Manganoxydul darin enthalten sind. Das erhaltene Oxyd-Oxydul war indessen nicht frei von Arsenik; mit Cyankalium im Kölbchen geschmolzen, gab es einen Spiegel von Arsenik. Es wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und die Lösung mit einem Ueberschufs von Kalihydrat gekocht. Aber auch das so behandelte Oxyd gab mit Cyankalium geschmolzen wiederum einen Spiegel von Arsenik.

...übergleist, dass
verliert nach kurzer Zeit i
stiptischen Geschmack an.
kein Wasserstoffgas oder ei
ist farblos und setzt ein k
wenn man sie mit Schwefel
Schwefel nieder, und es ent
Berthollet schlofs aus die
Eisen sich auf Kosten eines
oxydire, und sich dann mit
verbinde, und dafs das erzeug
Verwandtschaft zum Schwefel
lösung erhalten zu können;
ein Theil des ausgeschiedenen

Wenn Zink statt des Eisens
gossen wurde, so bemerkte B
von Wasserstoffgas und den
aus welchem Schwefelsäure s
Er folgert hieraus, dafs das Z
schaft zum Schwefel habe, das
serstoff aus demselben ...

gen Beimengung von Schwefelsäure in der schwefligen Säure herrührt.

Das merkwürdige Verhalten des Zinks zu einer wäfsrigen Lösung der schwefligen Säure, wie es Berthollet beobachtet hat, blieb lange unbeachtet. In der grofsen Abhandlung von Fourcroy und Vauquelin über die Verbindungen der schwefligen Säure mit den Alkalien und Erden, welche 1797 erschien[1]), wird den Versuchen von Berthollet gar nicht Erwähnung gethan. Auch in Fourcroy's grofsem Werke: *Système des connaissances chimiques* wird bei Erwähnung der Einwirkung der schwefligen Säure auf Zink, Bd. 5, S. 380 gesagt: Die schweflige Säure greift das Zink als Pulver oder als Feilspähne schnell an; es erzeugt sich viel Wärme, es entwickelt sich Schwefelwasserstoff; die Flüssigkeit wird zuerst braun, manchmal trübt sie sich und nimmt die gelbe Farbe des Schwefels an; gegen das Ende der Einwirkung klärt sie sich auf. Diese Lösung hat einen stechenden, adstringirenden und schwefligen Geschmack. Schwefelsäure und Salzsäure entwickeln aus derselben unter Brausen schwefligsaures Gas, und lassen ein gelblich weifses Pulver fallen. Fourcroy behandelte die Salzmasse mit Alkohol. Den in Alkohol ungelösten Theil hielt Fourcroy für ein wahres schwefligsaures Zinkoxyd, und den gelösten Theil für geschwefeltes schwefligsaures Zinkoxyd, eine Annahme, die lange Zeit für die richtige gehalten worden ist, ehe man die geschwefelte schweflige Säure für eine eigenthümliche Säure als unterschweflige Säure erkannte.

Nach Thénard, der die Zusammensetzung eines Atoms der unterschwefligen Säure als SO betrachtete, tritt bei der Einwirkung der schwefligen Säure auf Zink die Säure die Hälfte des Sauerstoffs ab, und bildet die Verbindung ZO+SO, welche er für neutrales unterschwefligsaures Zinkoxyd ansieht.

Persoz glaubte, dafs bei der Einwirkung der schwefligen Säure auf Zink jene die Rolle eines einfachen Kör-

1) *Annales de Chimie Bd.* 24, *S.* 229.

At. schwefliger Säure
ein Atom schwefligsaures und
res Zinkoxyd entsteht. $2Zn+$
($ZnO+S^2O^2$). Aber die Bildu
des unterschwefligsauren Zinkox
tat einer längeren Einwirkung,
ganz andere Producte, die auch b
sphärischen Luft sich auf eine b
setzen.

Diefs hat namentlich schon K
sehr lange Abhandlung über dies
machte [1]). Der kurze Inhalt ders
gender:

Bei der Einwirkung der schwe
entsteht zuerst Schwefelzink (das sic
det) und schwefligsaures Zinkoxyd (3
$+SO^2$)$+ZnS$). Das Schwefelzink ze
andere Menge von schwefliger Säure z
rem Zinkoxyd und zu Schwefel ($2Zn$
$+S^2O^2$)$+S$.) Der Schwefel verbind
schwefligsaurem Zinkoxyd zu unterscl
oxyd ($ZnO+SO^2$)$+S=ZnO+$

behaupteten von letzterem, dafs es sich durch Abdampfen in Schwefelzink und in trithionsaures Salz umsetze.

Ehe ich meine eignen Versuche über die Lösung des Zinks in schwefliger Säure anführe, bin ich genöthigt, einige Untersuchungen über Indigo zu erwähnen, deren Resultate mich zu einer, wie ich glaube, richtigen Erklärung der Erscheinungen, welche bei der Lösung des Zinks in schwefliger Säure stattfinden, geleitet haben.

Bekanntlich stellt man den sogenannten reducirten Indig aus dem blauen Indig durch eine Menge von reducirenden Stoffen dar, welche diese Reduction indessen nur bei Gegenwart von starken Basen, von Alkalien und von alkalischen Erden, bewirken. Berzelius giebt an, dafs ihm nur ein einziger Fall bekannt sey, in welcher die Reduction in einer sauren Flüssigkeit stattfinde [1]). Diefs geschieht, wenn man concentrirte Schwefelsäure mit dem drei- oder vierfachen Volum Alkohol mischt und mit dieser Mischung das Indigblau in einem bedeckten Gefäfse digerirt. Man erhält dann eine farblose Auflösung, welche von der Luft im Gefäfse blau wird, und sich so erhält, welche aber später mit Wasser verdünnt zuerst grün, und dann blau wird, wobei sich ein wenig wiederhergestelltes Indigblau niederschlägt, und die Flüssigkeit farblos wird.

Es ist mir geglückt, den blauen Indig auf eine andere Weise in einer sauren Lösung in den farblosen überzuführen. Wenn man Indig in Nordhäuser Schwefelsäure aufgelöst, diese Lösung mit vielem Wasser verdünnt, zur verdünnten intensiv blauen Flüssigkeit verdünnte Schwefelsäure und metallisches Zink hinzugefügt hat, so entfärbt sich die Lösung unter Wasserstoffgas-Entwicklung, und sie wird vollkommen farblos. Beim Zutritt der Luft wird sie nach und nach wieder blau. Auch durch Zusetzen von Chlorwasser wird sie blau, durch einen gröfsern Zusatz desselben natürlich entfärbt.

Berzelius giebt folgende reducirende Stoffe an, welche bei Gegenwart von starken Basen die Reduction des

1) Lehrbuch der Chemie 3. Aufl. Bd. 7, S. 204.

sind nach ihm schwefelsau
Schwefelarsenik; ferner Phosp
die phosphorigsauren Salze, S
calcium. Aufser diesen bewirk
andere Zuckerarten die Reduc
Basen.

Nach meinen Erfahrungen
angeführten Stoffe nicht im Stan
Indigs zu bewirken. Ich habe
folgende Stoffe bei Gegenwart v
dem Kali) bewirken können: Sc
und Manganoxydul, Auripigment,
Phosphor, Schwefelkalium und
durch Zink und Eisen, aber doch
gleich ein Streifen von Platin ode
taucht wird; und durch Zinn, bei
nicht nothwendig ist. Endlich bewi
auch Rohrzucker die Reduction des
von Alkalien.

Dagegen habe ich die Reduction
bewirken können: durch schwefligsa
phorigsaure Salze bei Gegenwart von
fand

mit vielem Wasser zu einer intensiv blau gefärbten Flüssigkeit, in welcher der Indig sich sehr lange suspendirt erhält, und wandte dieselbe nach einem Zusatz von Kalihydrat an, wenn die Wirkung der reducirenden Stoffe geprüft werden sollte. Gewöhnlich wurden dieselben damit digerirt und bis zum Kochen erhitzt.

Wenn ich nun die Lösung des metallischen Zinks in schwefliger Säure mit dieser blauen Flüssigkeit unter Zusatz von Kalihydrat behandelte, so wurde der Indig durch dieselbe reducirt, aber nur, wenn die Lösung frisch bereitet war. Dieſs zeigt unwidersprechlich, daſs dieselbe nicht aus schwefligsaurem und unterschwefligsaurem Zinkoxyd bestehen konnte. Wurde aber eine Lösung angewandt, die lange, mehrere Tage, aufbewahrt worden war, in welcher also die schweflige Säure lange mit dem Zink in Berührung gewesen war, und das Zink sich mit einem Ueberzug von schwefligsaurem Zinkoxyd bedeckt hatte, so konnte unter gleichen Umständen wie zuvor keine Reduction des Indigs bewirkt werden. Also erst durch längeres Stehen hatte sich schwefligsaures und unterschwefligsaures Zinkoxyd gebildet.

Wenn man metallisches Zink mit schwefliger Säure übergieſst, so wird die Flüssigkeit zuerst schwach gelblich; sie behält diese Farbe einige Zeit hindurch, und wird, wie schon oben bemerkt, erst nach einigen Tagen farblos. Dann endlich besteht sie aus schwefligsaurem und aus unterschwefligsaurem Zinkoxyd.

Nicht nur das verschiedene Verhalten gegen den blauen Indig unterscheidet die beiden Lösungen, die frisch bereitete und die alte, wesentlich von einander, sondern auch das Verhalten gegen andere Reagentien, namentlich gegen salpetersaures Silberoxyd. Ich werde im Folgenden die Lösung, die längere Zeit über dem Zink gestanden hatte, alte Lösung, im Gegensatze zu der frisch bereiteten, nennen.

Wird die Lösung des salpetersauren Silberoxyds zu der alten Lösung getröpfelt, und zwar so, daſs eine hinreichende Menge des Silbersalzes hinzugefügt wird, so erhält

man das salpete
Lösung, so erhält man s
derschlag bei gewöhnliche
Fügt man zu der alten
Menge von Ammoniak un
oxyd, so entsteht keine Ver
längeres Kochen kann kein
Verfährt man aber auf gleich
sung, so entsteht sogleich ein
Es ist aber eine Eigenschaf
keine Veränderung, auch selbs
durch salpetersaures Silberoxyd
Salze derselben mit einer nich
freiem Ammoniak versetzt hat.
Der schwarze Niederschlag,
kalischen frischen Lösung durch
entsteht, braucht nicht allein durch
felmetall zu entstehen. Es ist die
entdeckte Pentathionsäure, welche
zeigt.
Bereitet man diese Säure, indem
von schwefliger Säure Schwefelwasse
daſs erstere noch etwas
sigkeit.

dem Schwefelkalium zuschreiben, das nothwendig sich bilden mufs, wenn der in der Pentathionsäure suspendirte Schwefel mit Kalihydrat gekocht wird. Wenn man indessen die gelbliche milchige Flüssigkeit mit freiem Ammoniak versetzt, so wird der Schwefel weifs, setzt sich ab, und nach einigem Stehen kann die Flüssigkeit klar von demselben abfiltrirt werden. Eine solche ganz klare farblose Flüssigkeit giebt mit salpetersaurem Silberoxyd sogleich einen schwarzen Niederschlag, und reducirt bei Zusatz von Kalihydrat den blauen Indig schnell.

Wenn schweflige Säure daher mit metallischem Zink in Berührung kommt, so enthält die Lösung zuerst Pentathionsäure. Sie bildet sich, indem das Zink durch Hülfe der schwefligen Säure auf ähnliche Weise, wie dieſs andere Säuren thun, das Wasser zersetzt und Zinkoxyd bildet, das sich mit schwefliger Säure verbindet. Der Wasserstoff aber zerlegt im *statu nascente* schweflige Säure, erzeugt Wasser, und Schwefelwasserstoff ($3H + SO^2 = 2HO + HS$). Der erzeugte Schwefelwasserstoff kann aber bei Gegenwart von freier schwefliger Säure nicht entweichen, er bildet mit derselben Wasser und Pentathionsäure, ($5HS + 10SO^2 = 3S^5O^5 + 5HO$). Die Penthationsäure bleibt so lange in der Flüssigkeit unzersetzt, bis die freie schweflige Säure fast gänzlich verschwunden ist; dann aber zerfällt sie in Schwefelsäure (deren Gegenwart leicht in der Auflösung nachgewiesen werden kann) in unterschweflige Säure und in Schwefel, welcher letztere sich mit schwefligsaurem Zinkoxyd zu unterschwefligsaurem verbinden kann. So bilden sich aufser schwefligsaurem Zinkoxyd noch schwefelsaures und unterschwefligsaures Zinkoxyd, und diese drei Salze sind die Endproducte dieses merkwürdigen Processes.

VIII. *Untersuchungen über mehrere Erscheinungen bei der Lichtpolarisation; von Hrn. H. Fizeau.*

(*Ann. de chim. et de phys. Ser. III T. LXIII p.* 385.)

Erster Theil.

Seit langer Zeit hat man bemerkt, dafs, wenn man einen Lichtstrahl auffängt mit einem Spiegel, dessen Oberfläche statt vollkommen eben zu seyn mit feinen Furchen versehen ist, die Reflexion des Lichts an der gefurchten Fläche nicht mit derselben Einfachheit vor sich geht, wie an der ebenen. Man beobachtet zwar immer einen nach den bekannten Gesetzen regelmäfsig reflectirten Strahl, aber aufserdem eine beträchtliche Lichtmenge, zurückgestrahlt in verschiedenen Richtungen, die sich von der des regelmäfsig reflectirten Strahls sogar bedeutend entfernen können. Beispiele solcher Wirkungen sind die merkwürdigen Reflexe, welche man oft in den Künsten den Oberflächen verschiedener Metalle, wie Messing, Stahl usw. giebt, und bekanntlich erhält man diese Lichtspiele einfach, indem man einen mit Smirgel überzogenen Körper auf die Metallfläche drückt und immer in derselben Richtung hin und her führt, wo dann die eckigen und harten Theilchen bei ihrer Bewegung kleine Furchen oder parallele Striche in die Metallfläche einschneiden. Man mufs erstaunen über die Intensität der Lichtstrahlen, welche die solchergestalt polirten Flächen in anderen Richtungen als der der regelmäfsigen Reflexion zurückwerfen, und gemeiniglich pflegt man diesen Effect abzuleiten zugleich von den Reflexionen an den verschiedentlich geneigten Rändern der Furchen und von der Diffraction erzeugt durch ihre Gesammtheit, die als ein unregelmäfsiges Gitter betrachtet werden mufs, welches die von Fraunhofer an einfachen Gittern von verschiedenartiger Structur beobachteten Phänomene auf einmal und über einander gelagert giebt.

Als ich das unter diesen Umständen zurückgeworfene Licht in Bezug auf Polarisation studirte, beobachtete ich mehrere unvorhergesehene Erscheinungen, welche einem unserer gelehrten Kollegen, dem ich sie mittheilte, beachtenswerth erschienen, und, wie ich glaube, noch nicht beschrieben worden sind.

Mehrere Beobachter, unter Anderen Fraunhofer, Sir David Brewster und neuerlich die HH. Stokes, Holtzmann und Lorenz haben schon in dem von regelmäfsigen Gittern ausgesandten Licht gewisse Polarisationsphänomene bemerkt, aber diese Erscheinungen sind wohl verschieden von denen, welche ich beschreiben will.

Ich nehme an, man habe auf einer ebenen und vollkommen polirten Metallplatte, z. B. Silberplatte, mittelst einer sehr feinen Stahl- oder Diamantspitze einen geraden Strich gezogen, mit der Vorsicht, die Platte nur eben zu berühren und den Druck so zu mäfsigen, dafs der Strich immer zarter und zuletzt ganz unwahrnehmbar wird. Beleuchtet man nun die Platte in einer schiefen, ihre Oberfläche streifenden und gegen den Strich winkelrechten Richtung, so erscheint dieser leuchtend in allen Richtungen, die in der gemeinschaftlichen Ebene der Incidenz und Reflexion liegen; allein in seinen zarteren Theilen entzieht er sich wegen seiner ungemeinen Feinheit dem Gesicht. Bringt man nun die immer auf dieselbe Weise beleuchtete Platte unter das Mikroskop, so kann man den Strich viel weiter nach seinem feineren Ende hin wahrnehmen, in dem Maafse mehr als man stärkere Linsen anwendet.

Stellt man unter diesen Umständen, wo die Beobachtung senkrecht gegen die Platte geschieht, ein doppelbrechendes Prisma zwischen das Auge und das Ocular des Mikroskopes, so erkennt man durch die ungleiche Intensität der beiden vom Prisma erzeugten Bilder, das dafs von dem hellen Strich ausgehende Licht offenbar polarisirt ist, besonders in dem zarteren Theile am Ende der Lichtlinie, und die Polarisationsebene ist parallel der Richtung der Linie.

gegen ihn liegt; en
gröfserer Breite das Licht ni
Verändert man den Wink
Platte gelangt, so wie auch
den leuchtenden Strich beoba
durch die Form des Mikroskop
indem man die Platte verschie
quelle verschiebt, so gewahrt
gewisse Eigenthümlichkeiten, d
gende sind.

Beobachtet man, wie im vo
senkrecht, beleuchtet sie aber
Richtung, indem man die Lichtq
lich nähert, so nimmt die Intensi
ab und wird bald unmerklich.

Beleuchtet man die Platte senkr
in einer sehr schiefen, aber immer
hellen Strichs, winkelrechten Richt
Anordnung entgegengesetzt ist, so b
gen nahezu dieselben und das feinste
der Richtung des S

Nachdem bei einzelnen Strichen auf Silber das Daseyn eines so ausgeprägten Polarisationsvermögens nachgewiesen worden, liefs sich voraussehen, dafs diese Eigenschaft sich auch zeigen werde bei Beobachtung der unzählichen Striche, die auf Metallen entstehen, wenn man auf deren Oberfläche einen Körper, der mit einer sehr harten und sehr feingepulverten Substanz überzogen ist, herumführt; und da in diesem Falle die grofse Zahl der hellen Linien den schwachen Glanz der einzelnen aufwiegen mufs, so konnte man erwarten, dafs die Erscheinungen direct, ohne Hülfe des Mikroskops, sichtbar werden würden.

Ich zog daher auf einer Silberfläche einen gefurchten Streifen von 2 Ctm. Breite, mittelst eines Korkstücks, das mit sehr feinem Smirgel überzogen war[1]) und an einem Lineale geradlinig fortgeführt ward. Der so erhaltene gefurchte Streifen zeigte in der That glänzende Reflexe, welche, wegen der Intensität des Lichts, schon dem blofsen Auge und in der auffallendsten Weise die Polarisationserscheinungen darboten, welche vorhin an einzelnen Strichen beobachtet wurden.

Bringt man den gefurchten Streifen unter das Mikroskop und beleuchtet ihn schief, so gewahrt man unzählige helle Linien von sehr verschiedenem Glanz und von mannichfaltigen Farben, die ohne Zweifel von hinzutretenden Interferenz- und Diffractionsphänomenen herrühren; fast alle diese Linien sind der Länge nach in verschiedenen Graden polarisirt und einige, gewöhnlich stärkere, zeigen die entgegengesetzte Polarisation.

Statt dem gefurchten Streifen eine geradlinige Form zu geben, kann man ihn auch nach einem Kreisbogen z. B. von 50 Ctm. Radius ziehen; alsdann braucht man die Platte nur horizontal zu legen und durch eine Kerze zu beleuch-

1) Der Smirgel No. 40 der Optiker ist sehr geeignet zu diesen Versuchen; ich habe mich überzeugt, dafs der mittlere Durchmesser der Körner etwa $\frac{1}{265}$ Millim. ist. Der Smirgel No. 20, der gewöhnliche Tripel und das englische Roth können ebenfalls mit Erfolg angewandt werden.

Platte fällt. Stellt man hier
etwas zur Seite und schützt
vor dem directen Licht der
wahrt man den gefurchten
ganzen von ihm beschriebene
von ihm reflectirte Licht dire
achten, der es wechselweis aus

Uebrigens scheinen diese P
der Natur des Metalls der Platt
des Silbers nahm ich Gold, Plat
Spiegelmetall, Aluminium, Zinn,
zweckmäfsig gefurcht, zeigten die
ohne merkliche Unterschiede, e
die Färbung des durch Reflex pc

Die an sich weniger gefärbte
flexe, die bei streifender Richtung
rend bei den Metallen, die eine s
Farbe haben, diese eigene Farbe
xen vorwaltet und bisweilen ung
beim Gold und Kupfer beobacht

Ich mufs hier bemerken, daf
einigen anderen Metall
glänzend

ich der Güte des Hrn. Sénarmont verdanke, deutlich wahrgenommen werden.

Endlich wurden die auf Silber und Kupfer gezogenen Furchen in schwarzem Wachs, Gummilack und selbst galvanoplastischem Kupfer abgeformt, und allemal zeigten die Abdrücke fast dieselben Erscheinungen wie die direct gefurchten Flächen.

Von den mannichfaltigen Versuchen, welchen ich diese Art Phänomene unterwarf, will ich noch derjenigen erwähnen, wo ein gefurchtes Metall, welches durch Reflex die den Furchen parallele Polarisation deutlich gab, mit Firniſs überzogen ward; dann war die Polarisation kaum merklich, was sich am natürlichsten zu erklären scheint durch eine veränderte Richtung der Strahlen in Folge der durch den Firniſs bewirkten Refraction, welche verhindert, daſs der einfallende und der reflectirte Strahl die zu der in Rede stehenden Polarisation erforderlichen Winkel mit der Oberfläche des Metalles bilden. In der That klebt man mit Firniſs, Terpenthin oder Canadabalsam verschiedentlich geschnittene Gläser auf eine geritzte Fläche, so sieht man die Polarisation inmitten dieser brechenderen Substanzen wiedererscheinen, sobald die Richtungen der Strahlen diejenigen sind, bei welchen das Phänomen in der Luft entsteht. Nun weiſs man, daſs die meisten der aus Messing, Kupfer oder Bronze verfertigten Instrumente, denen man durch Polirung glänzende Reflexe zu geben pflegt, gewöhnlich mit Firniſs überzogen sind, um den Metallglanz zu conserviren; man darf sich daher nicht wundern, wenn diese oft so glänzenden Reflexe keine merkliche Polarisation darbieten. Wenn diese Oberflächen nicht gefirniſst wären und wenn man bei ihrer Abschleifung nicht zu grobe Substanzen angewendet hätte, würde man die bezeichneten Phänomene beständig beobachten.

Bis hierher war nicht die Rede von dem, was in Richtung der regelmäſsigen Reflexion an einem gefurchten Spiegel vorgehe; in dieser Richtung ist auch die Beobachtung nicht so leicht, weil die Strahlen, welche die Furchen treffen,

...richtung der Polarisat...
welche in den Reflexen ve...
liegt nämlich dann winkelrec...
dem Spiegel gezogenen Lini...
sich auch nachweisen, wenn ...
auf eine gefurchte Fläche hi...
in diesem Falle recht merklic...
einer Silberplatte zwei sich ...
furchte Streifen zu ziehen und ...
lothrecht zu beobachten, dabei ...
mäfsig beleuchtete weifse Fläch...
Streifen die Richtung der Furch...
ander ist und jeder Streifen eine...
kelrechte Polarisation giebt, so fo...
fen Polarisationen von entgegenge...
dafs das Phänomen durch den Co...

Von schiefen Incidenzen bis zu...
man ohne grofse Unterschiede eine...
auch das Azimut der Richtung der S...
immer besitzt der regelmäfsig polar...
tielle Polarisation, die...

und zwischen ihnen das Licht mehrfach reflectiren läfst. Bei jeder Reflexion wird eine neue Lichtmenge polarisirt, so dafs nach mehreren Reflexionen unter einem Winkel, welcher auch möglichst der Normalen nahe seyn kann, die polarisirte Lichtmenge ganz vorherrschend wird.

Diese Polarisation des regelmäfsig reflectirten Strahls beobachtet man übrigens bei verschiedenen Metallen ohne merkliche Verschiedenheiten. Metalle, welche, wie Gold und Silber, für die gewöhnliche Polarisation die wenigst activen sind, geben fast dieselben Effecte, wie diejenigen, welche am meisten polarisiren, wie Platin und Zink. Dieses Resultat scheint die Idee zu entfernen, dafs diese Effecte durch eine partielle Polarisation vermöge Reflexionen an den Wänden der Furchen erklärt werden können, zu deren Annahme ich natürlich anfangs geführt ward. Der Effect dieser Reflexionen scheint nicht in allen Fällen der vorherrschende zu seyn.

Um einen Schritt weiter in dem Studium dieser Erscheinungen zu thun, mufste man suchen, sich Kenntnifs zu verschaffen von den Dimensionen der kleinen Furchen, die so sonderbare Eigenschaften besitzen. Zu dem Ende nahm ich meine Zuflucht zu den sehr dünnen Silberschichten, welche sich aus gewissen chemischen Lösungen auf Glas ablagern, und nicht allein die Zinnamalgame für Spiegelbelegungen ersetzen können, sondern auch von Hrn. Foucault mit Erfolg zur Construction neuer (Reflexions) Teleskope angewandt worden sind.

Ein erstes Spiegelglas (*A*), bekleidet mit einer sehr dünnen aber dennoch vollkommen undurchsichtigen Silberschicht, wurde durch einen mit Smirgel überzogenen Kork auf einen schmalen Streifen gefurcht. Dieser Streif zeigte, wie gewöhnlich, die seiner Richtung parallele Polarisation beim Reflex und die winkelrechte Polarisation bei regelmäfsiger Reflexion. Als ich nun den Zustand der gefurchten Schicht bei Beleuchtung durch Transmission unter dem Mikroskop untersuchte, konnte ich erkennen, dafs die Furchen im Allgemeinen nicht die ganze Dicke der Silberschicht er-

ganzen Dicke nach,
seyn mufste. Von dem Punkt an,
Silber nicht mehr erreicht hatten,
ganz in Iodsilber verwandelt hatten,
Farbenringen, die, mit Weifs anfang
durch ein rothes Glas gezählt, sich
ergaben. Die Reihe schlofs gegen
ten hellen Ringes. Da der Brechun
(hergeleitet aus dem gleich 66° gef
winkel) gleich 2,246 ist, so giebt
für die Dicke des Iodsilbers $\frac{1}{838}$ Milli
satz und Dichte des Iodürs bekannt,
chende Dicke der Silberschicht berech
$= \frac{1}{3400}$ Mm. für die Dicke dieser Schic

Ein zweites Spiegelglas (*B*) wurde
diefs war, wie die vorige Schicht, u
nur für Strahlen von mäfsiger Intensitä
dasselbe gegen die Sonne geschaut,
Strahlen beraubt und in einer sehr re
Ich habe mich überzeugt, dafs dieses Bl
enthielt.

Mitte des vierten hellen Ringes, jenseits desselben war die Schicht vollkommen durchsichtig und gelb. Daraus schlofs ich, wie vorhin, dafs die Silberschicht nicht über die Dicke $\frac{1}{9068}$ Millim. hinausginge. Diese ungemeine Dünnheit des Blattsilbers stimmt ziemlich gut mit der des zu Vergoldung dienenden Blattgoldes. Dieses ist bekanntlich mit grüner Farbe durchsichtig und hat eine mittlere Dicke von ungefähr $\frac{1}{10000}$ Millim., wovon ich mich durch Wägung bekannter Flächen überzeugt habe (drei Proben gaben mir: $0^{mm},000108$, $0^{mm},000095$ und $1^{mm},000091$).

Kehren wir zu den durch chemischen Niederschlag mit Silber überzogenen Gläsern zurück. Ich erhielt eins (*C*), das mit einer dünneren Schicht überzogen war, wie es die gröfsere Durchsichtigkeit bewies; das durchgelassene Licht ist graublau, das zurückgeworfene gelblich weifs, mit der Besonderheit, dafs es gegen den Winkel des Polarisationsmaximums hin plötzlich schön blau wird bei dem winkelrecht auf der Reflexionsebene polarisirten Licht. Die auf dieser Fläche gebildeten Iodringe hören auf bei der Mitte des zweiten hellen Rings, jenseits dessen die Durchsichtigkeit vollkommen ist. Daraus schlofs ich für die Dicke der Silberschicht auf $\frac{1}{27200}$ Millim. Diese Schicht, wie vorhin mit Smirgel geritzt, gab sehr deutlich polarisirte Reflexe. Unter dem Mikroskop konnte man sich überzeugen, dafs eine sehr grofse Zahl der Furchen durch und durch ging, allein eine noch gröfsere Anzahl that es nicht und hatte also eine geringere Tiefe als $\frac{1}{27200}$ Millim. Ueberdiefs liefs sich nachweisen, dafs alle Furchen, welche schief beleuchtet, die parallele Polarisation zeigten, zu dieser zweiten Categorie gehörten.

Eine letzte Silberschicht (*D*) endlich schien dünner als alle übrigen zu seyn; sie war für durchgehendes Licht noch durchgänglicher als die vorige und das reflectirte Licht zeigte dieselben Besonderheiten noch vorherrschender. Geritzt, wie die vorigen, zeigte sie schwächere Reflexe, aber doch recht merkliche und stets in derselben Weise polarisirte. Mit dem Mikroskop konnte man darthun, dafs die Zahl

...gen, welche nicht die Mitte
überstiegen.

Die Gesammtheit der Resultat
ander gesetzt habe, führt natürlic
das Licht beim Durchgange durch
derselben Ordnung erleide. In
Versuche, welche ich am Schluss
bringen werde, dafs dem so ist, u
entstehen, die dem vorstehenden
sind.

Zur Anstellung von Interferenz
chen hat man bekanntlich kleine
sich in allen physikalischen Kabin
Spalten, gebildet aus dünnen Schr
und parallelen Rändern, die einand
von einigen Millimetern bis zum C
können. Wenn man ein Lichtbün
Spalte gehen läfst, nachdem man sie
sie nur eine Spur von Licht durchläfs
die ausfahrenden Strahlen merklich pol
winkelrecht auf der Richtung der Spa
sation ist um so stärker, je mehr di

Anfangs schrieb ich (*on*) diese Erscheinung wiederholten Reflexionen der Strahlen zwischen den beiden benachbarten Rändern zu, da solche Reflexionen nothwendig einige Polarisationseffecte bewirken müssen; allein man wird sehen, dafs es Thatsachen giebt, die mit dieser Erklärung wenig übereinstimmen.

Die ersten Versuche wurden mit einer Spalte gemacht, deren Ränder aus Messing bestanden; man ersetzte dieses Metall durch Stahl, Kupfer und zuletzt Silber. Die Erscheinung wurde wenig abgeändert und in einer Weise, die mit der jedem dieser Metalle eigenen polarisirenden Eigenschaft wenig übereinstimmte. Silber z. B., welches für sich so wenig polarisirt, polarisirt fast total, wenn es die Ränder einer sehr feinen Spalte bildet.

Ueberdiefs ist das Phänomen noch da, wenn man die Dicke der Ränder auf scharfe Schneiden reducirt, und es wird dann schwer zu begreifen, wie die Reflexionen sich so vervielfältigen können, dafs daraus die beobachtete Polarisation entsteht.

Die mannichfaltigsten Körper, zu einer engen Spalte vorgerichtet, geben dieselbe Erscheinung, sobald die Ränder wohl polirt sind. Flint- und Kronglas, Obsidian, Elfenbein, Flufsspath zeigen in dieser Beziehung keine recht charakteristischen Unterschiede.

Nachdem bemerkt worden, dafs die Ränder der Spalte recht polirt und blank seyn mufsten, was mit der Idee einer Polarisation durch vielfache Reflexionen übereinstimmte, unterdrückte ich diese Polarisationsursache möglichst vollständig, indem ich die beiden Ränder der Spalte mit Kienrufs überzog. Wirklich war nun das Polarisationsphänomen ganz verschwunden, und ich ward somit auf die Idee von vielfachen Reflexionen als Ursache dieser Erscheinungen zurückgeführt; allein, was sogleich von ihr entfernte, war der Umstand, dafs, wenn man auch nur an einem der Ränder die Politur wiederherstellte und den anderen mit Kienrufs überzogen liefs, die Polarisation von Neuem und zwar sehr deutlich auftrat. Wie wären aber in diesem Falle

...chen würde, wenn
beobachtete, daſs das Licht
Rändern der Spalte erlitte,
die vielfältigsten, keine polar
türliche Licht ausüben.

Nach einigen in verschied
fruchtbaren Versuchen fand ich
eine in einer engen Röhre ge
Durchschnitt zu beobachten suc
nämlich die Seifenblase eine in d
Haut an, die von zwei entgegen
begränzt ist; sie bildet natürlich
winkelrechte Scheidewand. Wer
Mikroskop gebracht und durch
leuchtet wird, unterscheidet man
der Röhren hin, eine helle Linie
welches die flüssige Haut der Bla
weder direct oder nach Reflexion
Wänden der Röhren seyn könne

Nun fand ich (*on*), daſs, w
dick ist, das Licht der hellen Li
risation besitzt, daſs dagegen, we
um durch Reflexion
die

Risse und unzählige Spalten, die meistens nichts besonderes darboten; allein in einigen Blättern, besonders in ihren dickeren Theilen, fanden sich natürliche Spalten von aufserordentlicher Dünnheit, gewifs unter $\frac{1}{70000}$ Millimet. im Durchmesser, welche hübsch polarisirten, besonders an ihren noch feineren Enden. Der Sinn der Polarisation war wieder rechtwinklich auf der Länge. Die polarisirenden Spalten sind bei den Goldblättchen ziemlich selten; niemals habe ich sie in den dünnsten, sehr durchsichtigen Theilen angetroffen, sondern nur in den dickeren, fast opaken, deren Dicke nicht sehr von $\frac{1}{30000}$ Mllm. verschieden seyn kann. Diese Eigenthümlichkeit scheint anzudeuten, dafs das Phänomen nur in Schichten von einer gewissen Dicke auftritt und unterhalb dieser unmerklich wird.

Zu derselben Folgerung wird man geführt, wenn man die schon betrachteten dünnen Silberschichten beobachtet. Wirklich zeigten die äufserst dünnen und durchscheinenden Schichten (*C*) und (*D*), selbst in den feinsten Spalten, keine merkliche Polarisation, während die etwas dickere und opake Schicht (*A*), deren Dicke zu $\frac{1}{34000}$ Mllm. gefunden wurde, das Phänomen in merkwürdiger Weise und mit einigen sonderbaren Eigenthümlichkeiten entwickelt darbot. Von Hunderten von Linien unter den feinsten derjenigen, welche die ganze Dicke des Silbers durchsetzten, polarisirten die einen partiell, die anderen fast total, und die Polarisationsebene war immer winkelrecht auf ihrer Richtung. Bei Anwendung von Sonnenlicht beobachtete man überdiefs sehr mannigfaltige Färbungsphänomene, welche mit der Polarisation in Beziehung zu stehen schienen, denn betrachtete man die polarisirten Linien mit einem doppelt-brechenden Prisma, so zeigten die beiden Bilder in gewissen Fällen complementare Farben.

Die hauptsächlichsten der von mir nachgewiesenen Thatsachen in Betreff der Polarisations-Erscheinungen:

1) Bei Reflexen von geritzten Metallflächen
2) Bei den von solchen Flächen regelmäfsig reflectirten Strahlen

(Schluſs im näch

IX. *Ueber das Licht des in d Natriums; von Hrn.*

(*Compt. rend. T. LI*

Seit langer Zeit kennt man die m
Sir David Brewster's, gegründe
ben entdeckte sonderbare Eigenscha
es der Alkoholflamme eine gelbe Fa
Aussendung fast einfacher Lichtstrahl
lenlänge dieses Lichtes ist von Hrn.
Delezenne als nahe gleich erkannt
welche im Sonnenspectrum die Frau
einnimmt. Diese merkwürdige Quelle
tes ist oft angewandt bei optischen
denen ein Gemenge von Strahlen vers
insgemein

gezeigt, dafs die Intensität dieses Lichtes viel gröfser wird, wenn man ein Kügelchen von geschmolzenem Kochsalz an einem Platindraht in einer Flamme aufhängt.

Wie man sieht, begnüge ich mich hier, von den zahlreichen und wichtigen Resultaten der Arbeit der HH. Kirchhoff und Bunsen nur einige anzuführen, die mit meinem Gegenstande in Beziehung stehen.

Eine andere Modification, welche ich hier nur andeuten kann, in meiner demnächstigen Arbeit aber beschreiben werde, gestattet eine monochromatische Lampe zu erhalten, die ein noch weit einfacheres Licht liefert, mit welchem man also mehre wichtige Beobachtungen machen kann, die bei einem Gemenge verschiedener Strahlen bisher unmöglich waren. Beispielshalber erwähne ich, dafs das Phänomen der Newton'schen Ringe sich mit diesem sehr einfachen Lichte durch lothrechte Reflexion an zwei Gläsern beobachten liefs, die für dergleichen Phänomene sehr dick waren, weil sie bis zu der Dicke $10^{mm},058$ gingen, was einem Ringe der 52193sten Ordnung entspricht.

Unglücklicherweise ist das Licht, welches so rein ist, dafs es diese Effecte giebt, noch weniger intensiv als dasjenige, welches man mit einem geschmolzenen Kochsalzkügelchen oder mit der mit Kochsalz gesättigten Alkoholflamme bekommt. Indem ich suchte dem Intensitätsmangel dieser Lichtquelle abzuhelfen, verfiel ich unter anderem darauf, Natrium an der Luft zu verbrennen. Man weifs, mit welcher Heftigkeit der Sauerstoff sich dann mit dem Metall verbindet und von welcher aufserordentlichen Wärme- und Licht-Entwicklung die Bildung des Natrons begleitet ist.

Das sonach erzeugte sehr glänzende Licht wurde verschiedenen Proben unterworfen, bei welchen Interferenz-Effecte entstehen mufsten; es gab Resultate ganz verschieden von denen anderer Flammen, in welchen sich die Gegenwart des Natriums sehr constant durch Aussendung von gelbem Licht verräth, welches, im Spectrum beobachtet, den Doppelstrich *D* hell auf dunklem Grunde und sehr leuchtend darbietet.

Erstaunen, dafs
war vom Roth bis zum Violett
pelstriches *D*, welcher dunkelsch
aus dem hellen Grund des Spect

Es ist genau die umgekehrte
che die übrigen Flammen geben
handen ist. Bei diesem nämlich
Spectrums, mit Ausnahme derer,
den. Beim verbrennenden Natriu
Spectrums sehr hell, mit Ausnahm
ganz zu fehlen scheinen.

Ich füge hinzu, dafs dieses Phäno
die Verbrennung lebhaft ist. Bei
nung ist der Strich *D* hell auf dun
Verbrennung lebhafter, so schwächt
diefs- und jenseits desselben erschei
die anfangs nicht die benachbarten
aber sich rasch über die ganze Ausd
mit den gewöhnlichen Farben verbre
trium in vollem Feuer ist; es fehlen
len des Doppelstrichs *D*, welcher inte
tritt, d. h. mit demselben Ansehen w
Sonnenl

mehre. Vergebens versuchte ich, die beim verbrennenden Natrium beobachtete Erscheinung in einer plausiblen Weise auf die oben erwähnten Absorptions-Phänomene zurückzuführen[1]). Ich füge hinzu, dafs einige andere Beobachtungen, die ich neuerdings in der Normalschule gemeinschaftlich mit Hrn. H. Sainte-Claire-Deville und dessen Zöglingen anstellte, und wobei Metalle wie Kalium von seltener Reinheit, Lithium, Magnesium und Zink, theils für sich, theils mit Natrium gemischt, verbrannt wurden, gleichfalls darin übereinstimmten, diese beiden Arten von Erscheinungen nicht als von gleicher Natur betrachten zu lassen. Keines dieser Metalle gab übrigens Effecte, die den beschriebenen entsprachen.

X. *Von dem Daseyn eines neuen Metalls, des Thalliums; von Hrn. A. Lamy.*

(*Compt. rend. T. LIV, p.* 1255.)

Als ich vor drei Monaten mit dem Apparat der HH. Kirchhoff und Bunsen für Spectralanalysen eine Probe Selen untersuchte, die mein Schwager, Hr. Fiedr. Kuhlmann aus dem Schlamm von Bleikammern, in denen man Schwefelsäure aus Schwefelkies bereitet, gewonnen hatte, gewahrte ich einen scharf abgeschnittenen Strich, der mir bei keinem der vielen einfachen und zusammengesetzten Mineralien, die ich studirt hatte, vorgekommen war. Ich wufste damals nicht, dafs ein englischer Chemiker, Hr. W. Crookes, nicht allein denselben grünen Strich unter fast analogen Umständen entdeckt, sondern auch dem neuen Element den Namen *Thallium* gegeben hatte, hergeleitet vom Griechischen θαλλος oder dem Lateinischen *thallus*, das häufig zur Bezeichnung der reichen Farbe einer jungen und kräftigen Vegetation angewandt worden ist. Mit gro-

1) Kirchhoff, der auch diese Erscheinung beobachtete, ist jedoch anderer Meinung (Abhandl. d. Berl. Acad. 1861, S. 76).

Unsererseits haben
isoliren, indem wir ihn
aufsuchten, aus dem da
im Spectroskop die cha
hatte. Diese Linie hat
ren Untersuchungen gedi
bestimmte krystallinische
denen wir das Thallium
galvanischen Säule.

Eigenschaften des Tha

alle Kennzeichen eines wa
sich in den meisten seiner
dem Blei. Es ist etwas we
hat im frischen Bruch einen
scheint gelblich, wenn man
reibt; allein diese Farbe rüh
tion her, denn das Metall, w
einer wäfsrigen Lösung niede
Strom von Wasserstoffgas gesch
einem Stich ins Blaugrau, der a

Das Thallium ist weich, sehr
mit dem Nagel leicht ritzen un
schneiden. Es färbt

Element charakterisirt, und auch zu seiner Entdeckung geführt hat, besteht in seiner Eigenschaft, der blassen Gasflamme eine grüne Farbe von grofser Fülle zu geben, und im Spectrum dieser Flamme eine einzige, eben so isolirte und eben so scharfe Linie wie die gelbe des Natriums oder die rothe des Lithiums zu liefern. Auf der mikrometrischen Scale meines Spectroskops nimmt diese Linie die Abtheilung 120,5 ein, wenn die des Natriums auf 100 liegt. Das kleinste Stückchen von Thallium oder einem seiner Salze ruft die grüne Linie mit solchem Glanze hervor, dafs sie weifs erscheint. Nach meinen Schätzungen kann noch ein Funfzig-Milliontel Gramm in einer Verbindung wahrgenommen werden.

Das Thallium läuft rasch an der Luft an und überzieht sich dabei mit einer dünnen Oxydhaut, welche das übrige Metall vor Veränderung schützt. Dieſs Oxyd ist löslich, deutlich alkalisch, schmeckt und riecht ähnlich wie Kali. Durch diese Eigenschaft, wie durch seinen optischen Charakter, nähert sich das Thallium den beiden alkalischen Metallen.

Das Thallium wird vom Chor angegriffen, langsam bei gewöhnlicher Temperatur, rasch bei einer Temperatur über 200°. Alsdann schmilzt das Metall, wird unter Einwirkung des Gases glühend, und bildet eine gelbliche Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer etwas blasseren Masse gesteht.

Iod, Brom, Schwefel und Phosphor vermögen sich auch mit Thallium zu verbinden um Iodüre, Bromüre, Sulfüre und Phosphüre zu bilden.

Frisch bereitet, bewahrt das Thallium seinen Metallglanz unter Wasser. Es scheint dieses bei der Siedhitze nicht zu zersetzen, allein unter Beihülfe einer Säure zerlegt es dasselbe in seine Bestandtheile und entwickelt Wasserstoffgas.

Schwefelsäure und Salpetersäure greifen das Thallium am leichtesten an, besonders in der Wärme. Chlorwasser-

stoffsäure, selbst kochend, löst es nur schwierig. Unter diesen Umständen bildet es lösliche weifse Salze (Sulphat und Nitrat) die mit Leichtigkeit krystallisiren (wie die der Akademie vorgelegten Proben bezeugen) und ein wenig lösliches aber doch auch der Krystallisation fähiges Chlorür.

Das durch directe Einwirkung des Chlors oder durch Königswasser gebildete Chlorür setzt sich aus seiner wäfsrigen Lösung in Gestalt prachtvoller Lamellen ab, welche dem rhomboëdrischen Systeme anzugehören scheinen.

Zink fällt das Thallium aus den Lösungen seines Sulphats und Nitrats, und das neue Metall setzt sich in glänzenden Krystalllamellen ab.

Chlorwasserstoffsäure und die Protochlorüre geben mit denselben Lösungen einen weifsen Niederschlag von Chlorthallium, ähnlich dem Chlorsilber, aber etwas löslich im Wasser, übrigens wenig löslich im Ammoniak und unveränderlich im Licht.

wo es sich bei der Bereitung der Schwefelsäure in relativ beträchtlichen Mengen ansammelt. Aus diesen Ablagerungen habe ich durch eine Methode, die ich in meiner Abhandlung kennen lehren werde, Thalliumchlorüre gewonnen, die den Ausgangspunkt meines Studiums des neuen Metalls und seiner Verbindungen geworden sind.

Was das Metall selbst betrifft, so kann man es aus seinen Salzverbindungen gewinnen entweder durch die zerlegende Wirkung des galvanischen Stroms, oder durch Fällung mittelst Zink oder durch Reduction mit Kohle in einer höheren Temperatur.

Die kleine Barre von 14 Grm., welche ich die Ehre habe der Akademie vorzulegen, wurde ganz mittelst einer Säule von einigen Bunsen'schen Elementen dargestellt, anfangs aus Chlorüren, die ich zuerst erhalten hatte, später aus krystallisirtem Sulphat, welches direct durch Lösung dieses Thalliums in reiner Schwefelsäure gebildet worden war.

XI. *Beiträge zur Spectral-Analyse; von Alexander Mitscherlich.*

(Aus einer vom Hrn. Verf. mitgetheilten Druckschrift, die aufserdem noch verschiedene rein chemische Arbeiten desselben enthält.)

Bei einer Untersuchung durch Spectral-Analyse bemerkte ich bei einer Substanz, die Baryt enthielt, zwei helle, grüne Streifen, die bei Abwesenheit von allen anderen Linien, auf ein neues Metall hinzudeuten schienen.

Nähere Untersuchungen ergaben, dafs, wenn man eine Auflösung von Chlorbarium mit Salmiak spectralanalytisch untersucht, man diese beiden Linien zuweilen ganz allein, oft in Gemeinschaft mit den anderen Bariumlinien beobachtet.

Diese Erscheinung erklärte sich durch einen Versuch, den ich nach der Beschreibung des Apparates, dessen ich mich bei diesen Untersuchungen bediente, anführen werde.

Man hatte bei den spectralanalytischen Untersuchungen bis jetzt den Nachtheil, dafs man keine constante, intensive Flamme erhalten konnte. Die Substanzen auf einem Platindraht in die Flamme gehalten, geben ein schnell vorübergehendes, nicht sehr intensives Licht. Mit Lösungen getränkte Kohlen geben eine sehr lichtschwache und ebenfalls nicht constante Flamme. Um eine mehrere Stunden lang constante, intensive Flamme zu erhalten, benutzte ich folgende Vorrichtung.

In oben zugeschmolzenen Gläschen *a* (Fig. I Taf. IV), die unten umgebogen sind und in eine schmale Röhre *b* auslaufen, ist die Auflösung der Substanz enthalten, die zu den Spectraluntersuchungen angewendet werden soll. In der Röhre *b* befindet sich ein Bündel von ganz feinen Pla-

ein Herumwerfen der zu untersuchenden Substanz, was eine vollständige constante und intensive Flamme erzeugt. Eine Mischung von 20 Theilen einer 15 Proc. enthaltenden Lösung von essigsaurem Ammoniak und 1 Theil der concentrirten Salzlösung habe ich als am vortheilhaftesten gefunden. Man mufs auf die Stellung der Platinbündel achten, damit nicht zu viel und auch nicht zu wenig Flüssigkeit in dieselben gelange.

Stellt man den Apparat, wenn man ihn nicht benutzt, unter eine Glasglocke, so sind die Lösungen vor dem Verdampfen des Wassers in den Platinbündeln geschützt. Bei der Gröfse der Gläschen, die ich anwandte, hatte ich während zwei Stunden eine vollständig andauernde, sehr helle Flamme.

Will man zwei Spectra vergleichen, die nicht complicirt sind, so bringt man zwei Drahtbündel von daneben stehenden Gläschen, in denen die Flüssigkeiten enthalten sind, in die Flamme zugleich hinein. Sind die Spectra complicirt oder verhindern andere Umstände sie in einer Flamme zu vereinigen, so stellt man die beiden Flammen hinter einander vor den Spalt und bringt über den vorderen Brenner ein Blech von der Form *a* (Fig. 3 Taf. IV), das etwas breiter ist als die Flamme, und trennt so beide Flammen vollständig. Bei *b* ist die Mitte; die demselben ferner stehende Flamme schickt über *b* hinweg ihr Licht in den Spalt.

Der Apparat hat neben der constanten Flamme und der grofsen Lichtintensität derselben den Vortheil, dafs die einzelnen Flammen zu jeder Zeit und ohne Vorbereitung nach einander vor den Spalt gebracht werden können.

Befindet sich in einem Gläschen *a* eine Lösung von 1 Theil essigsaurem Baryt mit 10 Theilen essigsaurem Ammoniak versetzt, die das Bariumspectrum sehr intensiv zeigt, in einem daneben stehenden Gläschen aber Salzsäure, und bringt man, während das Spectrum des Bariums beobachtet wird, das Platinbündel mit der Salzsäure oberhalb des Drahtes, der die Bariumflamme giebt, in die Flamme, so ver-

schwindet augenblicklich das Barytspectrum, und es bleiben sich die beiden erwähnten grünen Linien, die in Fig. 3 Taf. IV aufgezeichnet sind.[1]

Dasselbe Spectrum erhält man sehr bequem, wenn man eine Mischung von 1 Theil einer concentrirten Chlorbariumlösung mit 20 Theilen einer Salmiaklösung und 20 Theilen einer Salzsäure, die ungefähr 30 Vol. Chlorwasserstoff enthält, in die Gläschen bringt. Wendet man, statt des Chlorbariums, Chlorstrontium oder Chlorcalcium an, so bekommt man die in Fig. 4 Taf. IV aufgezeichneten Spectra, die von den gewöhnlichen nur wenig verschieden, aber sehr selten ganz frei von ihnen zu erhalten sind. Ob die Linie α des Strontiumspectrums dem neuen Spectrum angehöre, kann ich nicht entscheiden, denn diese Linie habe ich nie zum vollständigen Verschwinden bringen können. Auch in dem gewöhnlichen Strontiumspectrum sah ich die Streifen a in der Mitte mit einer hellen Linie.

Die Flammen dieser neuen Spectra haben schon dem Ansehen nach eine etwas andere Färbung als die gewöhnlichen; besonders schön ist die des Strontiums, die wenig von der Lithiumflamme verschieden ist.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daſs das Spectrum der Metalle der alkalischen Erden ein anderes ist als das der Chlormetalle derselben, denn eine Veränderung einzelner Linien des Spectrums durch Salmiak ohne chemische Wirkung findet nicht statt, weil das Spectrum, wenn man das Licht der gewöhnlichen Flammen durch eine Flamme, die Salmiak enthält, gehen läſst, nicht verändert wird.

Es lag nahe auch die Spectra der mit anderen einfachen

1) Eine colorirte Abbildung sowohl von diesen Spectren als auch von denen des Kupfers, des Chlor- und Jodkupfers, welche ich dem Hrn. Verf. verdanke, getreu wieder zu geben, würde leider durch die Kostspieligkeit ihrer Ausführung in Farbendruck vereitelt. Die Skizze in Fig. 4 wird indeſs einen ungefähren Begriff von den beschriebenen Erscheinungen geben, wenn man sich merkt, daſs die hellen Räume und Linien links von D eine mehr oder weniger rothe Farbe besitzen, die zwischen D und F eine gelbe oder grüngelbe und die rechts von F eine blaue. P.

Körpern verbundenen Metalle der Erdarten zu untersuchen. Ich suchte mir deshalb das Spectrum von Iodbarium, Iodcalcium, Iodstrontium durch Iodwasserstoffammoniak, von Schwefelbarium, Schwefelcalcium durch Schwefelwasserstoffammoniak, von Fluorbarium, Fluorcalcium durch Fluorwasserstoffammoniak zu verschaffen, erhielt aber entweder kein Spectrum, wenn die Salze nicht flüchtig waren, oder das gewöhnliche Barium-, Strontium- oder Calciumspectrum, indem die Salze durch den Kohlenstoff oder Wasserstoff der Flamme zersetzt wurden.

Da letztere Untersuchungen zu keinem Resultat führten, so untersuchte ich andere Metalle mit einfachen Körpern verbunden. Ich habe das Spectrum des Kupfers, des Chlor- und Iodkupfers aufzeichnen lassen, man sieht Fig. 4 Taf. IV auf den ersten Blick bei grofser Verschiedenheit doch eine gewisse Aehnlichkeit in den Spectren. Bei den Iod- und Chlorverbindungen treten statt der unklaren Spectren der Metalle mehr scharfe Linien auf.

Das Kupferspectrum erhielt ich durch eine concentrirte Lösung von essigsaurem Kupferoxyd in Essigsäure, das Chlorkupferspectrum dadurch, dafs ich die Verbindung von Kupferchlorid mit Chlorwasserstoffammoniak in ein kleines Platinnetz brachte und dieses in die Flamme hielt, und das vom Iodkupfer, indem ich Iodkupfer mit einer Lösung von Iodwasserstoffammoniak in das Platinnetz brachte. Schwefelkufer giebt kein Spectrum.

Das Chlorkupferspectrum zeigte neben den aufgezeichneten ab und zu feine, helle Linien in Grün, die besonders auftraten, wenn ich statt der Verbindung des Kupferchlorids mit Salmiak, nur Kupferchlorid anwandte; ebenso bildeten sich ab und zu bei dem Iodkupferspectrum etwas andere Linien. Es läfst sich diefs dadurch erklären, dafs Kupferchlorid und Kupferchlorür verschiedene Spectra haben, und dafs bei überschüssigem Chlor oder niedriger Temperatur nur das Kupferchloridspectrum entsteht, während bei nicht überschüssigem Chlor oder höherer Temperatur beide Spectra zugleich auftreten.

Auch eine Thatsache darf ich nicht unerwähnt lassen. Es verschwinden nämlich Linien durch Hineinbringen von mehreren Substanzen in dieselbe Flamme, so z. B. wenn man zur Flamme des Chlorstrontiums das Platinnetz mit der Verbindung von Kupferchlorid mit Salmiak bringt, so verschwindet die blaue Linie des Chlorstrontium.

Um die Spectra von Chlornatrium und Chlorkalium mir zu verschaffen machte ich folgende Versuche. Bei einer Mischung von 1 Theil Chlorkalium mit 10 Theilen einer concentrirten Salmiaklösung und 10 Theilen Salzsäure zeigte sich nur die fast unvermeidliche Natriumlinie, während eine viel verdünntere Lösung von einem Kalisalz ein deutliches Kaliumspectrum zeigte. Dasselbe wurde durch einen zweiten Versuch bestätigt. Bringt man in eine Flamme, die das Kaliumspectrum zeigt, ein Drahtbündel mit Salzsäure und einer Auflösung von Salmiak, so verschwindet sogleich das Spectrum.

Chlornatrium konnte mir auf diese Weise unter-

Verbindung durch die Flamme erzeugt seyn darf, ein eignes Spectrum besitzt. Wir kannten bis jetzt nur meist die Spectra der Metalle, weil letztere so leicht durch die Flamme reducirt werden.

Man nahm bisher an, dafs die Metalle, in welchen Verbindungen sie auch vorkommen, immer dasselbe Spectrum zeigen; da dieses nach den angeführten Untersuchungen nicht der Fall ist, so mufste entschieden werden, ob das gewöhnliche Spectrum durch das Metall selbst oder durch die Sauerstoffverbindung desselben hervorgebracht werde, da nach meinen Untersuchungen die Verbindungen der Oxyde stets dasselbe Spectrum geben. Um diefs zu entscheiden wurde folgender Versuch angestellt.

In einem Porcellanrohr, das von beiden Seiten durch Glasplatten verschlossen war, befand sich Natron. Das Rohr wurde in einem Zugofen bis zur Rothgluth erhitzt, und sowohl die Dämpfe selbst, als auch das hindurchgehende Licht spectralanalytisch untersucht. Weder die helle noch die dunkle Natriumlinie waren sichtbar. Kohlensaures Natron, auf dieselbe Weise untersucht, zeigte ebenfalls keine Natriumlinie. In einer andern Porcellanröhre, deren Enden durch eingegypste Glasplatten verschlossen waren, befand sich so vor der Oxydation geschützt eine gröfsere Quantität Natrium. Bei schwacher Rothgluth zeigte sich die Natriumline sehr klar und deutlich, und zwar bei durchfallendem Lichte vollständig schwarz, bei Beobachtung der glühenden Dämpfe ziemlich hell.

Es folgt aus diesem Versuche, dafs in den Flammen, die durch Natriumverbindungen erzeugt werden, das Natriummetall als solches die Linie hervorbringt; und ferner kann man daraus schliefsen, da Natrium fast die gröfste Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, dafs alle Spectra, die aus Sauerstoffverbindungen entstehen, die Spectra der Metalle selbst sind.

Wie eine solche Reduction stattfindet, ist mir nicht gelungen durch Versuche nachzuweisen. Da eine Wasserstoffflamme in Berührung mit Natriumverbindungen das Na-

triumspectrum giebt, so leitete ich über Natron in einer rothglühenden Porcellanröhre Wasserstoff, erhielt aber kein Spectrum, wahrscheinlich weil diese Reduction erst bei höherer Temperatur stattfindet.

Nach diesen Versuchen kann man die chemische Verwandtschaft der einfachen Körper zu einander bei der Temperatur der Sonnenatmosphäre spectralanalytisch ermitteln. Würde man z. B. das Spectrum einer Chlorverbindung eines Metalls der alkalischen Erden in dem Sonnenlichte beobachten, so würde man daraus schliefsen müssen, dafs dieses Metall bei einer solchen Temperatur gröfsere Verwandtschaft zum Chlor hat als Natrium und Kalium, da diese als Metalle in der Sonnenatmosphäre enthalten sind. Und auch umgekehrt wird man von den chemischen Verbindungen, die in der Sonnenatmophäre vorhanden sind, auf die Temperatur letzterer schliefsen können, wenn wir je im Stande seyn werden, eine derselben sich nähernde Temperatur zu erreichen.

Spectren aufgefunden worden, zu denen man die einfachen Körper nicht hat finden können. Es ist wohl wahrscheinlich, dafs sich solche Linien auf Verbindungen erster Ordnung der bekannten Metalle werden zurückführen lassen. Es kann hier natürlich nicht vom Caesium und Rubidium die Rede seyn, durch deren epochemachende Entdeckung Bunsen ein neues Feld der Wissenschaft eröffnet hat, da diese Metalle und ihre Verbindungen von demselben untersucht worden sind.

Berlin, im März 1862.

XII. *Vorläufige Mittheilung über das Durchbrechen von Glas mittelst Reibungselektricität; von W. Holtz in Berlin.*

Durch die überraschenden Leistungen der Ruhmkorff'schen Inductions-Apparate hat das Durchbrechen von Glas mittelst Elektricität ein neues wissenschaftliches Interesse gewonnen. Da die Bedingungen, unter welchen dasselbe erfolgt, noch nicht genügend bekannt sind, so hielt ich diesen Gegenstand einer speciellen Untersuchung werth. Hierzu schien mir indessen die Reibungselektricität, weil sie eine gröfsere Mannigfaltigkeit der hier voraussichtlich obwaltenden Verhältnisse darbietet, ein geeigneteres Mittel.

Bedeutende Glasdicken sind bisher, so viel ich weifs, mittelst Reibungselektricität nicht durchbrochen worden [1]). Einige Versuche, welche ich zu diesem Zweck mit der Batterie anstellte, zeigten mir auch bald, dafs mit gebundener Elektricität dieſs nicht zu erreichen sey. Günstigeren Er-

1) Durch die Güte des Hrn. Prof. Poggendorff habe ich erfahren, dafs Kortum (Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte von Lichtenberg; Bd. VII (1791) St. 2 S. 5) Glasplatten bis $\frac{1}{8}$" Dicke mittelst des elektrischen Funkens durchbrochen hat.

folg hatte eine gröfsere Reihe von Versuchen mit der freien Elektricität des Conductors. Die Methode, deren ich mich hierzu bediente, machte anfangs Schwierigkeiten in Betreff der Isolirung. Zur vollständigen Isolirung der Elektroden bedurfte es sogar eines besonderen Apparats.

Nach einigen Bemühungen gelang es mir indessen, einen bequemen und zugleich zuverlässigen Apparat der Art zu construiren, mit Hülfe dessen ich jetzt eine Glasplatte von $1\frac{1}{4}''$ Dicke durchbrechen kann.

Es möchte von Interesse seyn, dieſs mittelst Reibungselektricität gewonnene Resultat mit den diesen Gegenstand betreffenden Leistungen der Ruhmkorff'schen Inductions-Apparate zu vergleichen. Ich will daher, da man die Stärke dieser Apparate nach dem Maximum ihrer Schlagweite zu beurtheilen pflegt, erwähnen, dafs die Funken, welche ich bei einem Conductor von 6 □' Oberfläche unter den günstigsten Bedingungen von meiner Maschine erhielt, die

ses Studium fleifsig fortgesetzt, sowohl im Laboratorium der höheren Normalschule als in der wichtigen Branntweinbrennerei des Hrn. Lefebvre zu Corbehem (*Dep. Pas-de-Calais*), der die Güte hatte, mir alle zur Gewinnung des Chlorrubidiums nöthigen Materialien im gröfsten Maafsstabe zur Verfügung zu stellen.

Dank diesen Gefälligkeiten, besitze ich gegenwärtig 400 Grm. reines Chlorrubidium, wovon die Hälfte, nach meinen Angaben, von Hrn. Martel, einem jungen sehr geschickten Chemiker in der Fabrik des Hrn. Lefebvre dargestellt wurde.

In einer folgenden Sitzung werde ich der Akademie die neuen Rubidiumsalze vorlegen, welche ich aus der Chlorverbindung darstellen konnte. Ich werde dabei die von mir zur Gewinnung dieser Verbindung angewandten Verfahrungsarten beschreiben und mittelst einiger Zahlen nachweisen, dafs die jährlich von der Runkelrübe einem Hectare Land entzogene Menge Rubidium aus agronomischen Gesichtspunkten nicht zu vernachlässigen ist.

Heute werde ich der Akademie einige neue Resultate vorlegen, welche die grofse Verbreitung des Rubidiums in der Natur einleuchtend machen. Nachdem ich das neue Metall in den bekanntlich sehr kalireichen Salzen der Runkelrübe angetroffen, schien es mir interessant, sie in den Vegetabilien aufzusuchen, welche sich wegen der Leichtigkeit, mit der sie dem Boden Kali entziehen, mehr oder weniger der Runkelrübe nähern. Ich begnüge mich in diesem Auszuge mit Angabe der analytischen Resultate, zu denen ich geführt wurde, die Methoden der Abscheidung und Bestimmung meiner Abhandlung vorbehaltend.

1. *Taback.* — Meine Analysen erstrecken sich bisjetzt nur auf Blätter von Kentucky und Havana. Hr. Schlösing, Director der »*Ecole d'application des tabacs*« hatte die Güte, eine gewisse Menge Wasser, das zu längerem Waschen von Kentucky-Blättern gedient hatte, in seinem Laboratorium zur Trockne eindampfen zu lassen. Der geglühte Rückstand lieferte eine ziemlich weifse, schwam-

mige und kalireiche Salzmasse. Bei der Spectralanalyse zeigte diese Salzmasse die charakteristischen Linien des Kalks, Lithiums, Kaliums und Rubidiums. Die Menge des Lithiums ist sehr gering, die des Rubidiums dagegen beträchtlich.

Havanablätter erster Güte wurden vorsichtig eingeäschert; ihre Asche gab bei der Analyse genau dieselben Resultate, wie die Kentuckyblätter.

2. *Kaffe* und *Thee.* — Kaffee und Thee mit Vorsicht vollständig eingeäschert, hinterliefsen kalireiche Aschen; nach zweckmäfsiger Behandlung erwies die Analyse in jeder dieser Aschen beträchtliche Mengen Rubidium und eine Spur von Lithium. Der Kaffe ist viel reicher an Rubidium als der Tabak.

3. *Weintrauben* (Roher Weinstein). — Hr. Kestner in Thann hatte die Gefälligkeit mir auf meine Bitte Mutterlauge von der Behandlung des rohen Weinsteins zu über-

hat es offenbar Interesse unter diesem speciellen Gesichtspunkt die Bodenarten zu studiren, auf welchen die angeführten Vegetabilien wachsen. Ich unternahm in dieser Absicht Versuche und Analysen, die ich so fleifsig verfolgte als es die Natur dieser an sich langwierigen und feinen Studien erlaubte. Ich habe mich nur dazu verstanden, der Akademie die vorstehenden unvollständigen Resultate vorzulegen, um mir die Möglichkeit zu sichern, dergleichen sehr zeitraubende und mit wirklichen Schwierigkeiten verknüpfte Arbeiten ungezwungen verfolgen zu können.

XIV. *Apparate, um Veränderungen in Gröfse und Richtung der Schwerkraft sichtlich und mefsbar zu machen; von Perrot.*

(*Compt. rend. LIV*, 728.)

Wenn man an eine sehr lange schraubenförmige Feder eine Schale aufhängt und ein Gewicht in dieselbe legt, so entstehen zugleich zwei Effecte: Senkung und Drehung der Schale. Vernachlässigt man die Senkung, so glaube ich, sagt Hr. P., aus meinen Versuchen schliefsen zu können, dafs man mittelst einer Feder von einigen Metern Länge und sehr geringem Durchmesser eine Veränderung von 0,01 Millimeter der Schwerkraft, d. h. eine Wirkung zehn Mal geringer als das Maximum der des Mondes werde nachweisen können.

Ein anderer Apparat ist folgender. Man denke sich zwei Befestigungspunkte genau in derselben Verticale, 2 Meter aus einander, befestige an dem oberen, mittelst eines sehr dünnen Drahts von 1 Meter Länge, einen ungleicharmigen Hebel, und erhalte diesen in horizontaler Lage durch einen anderen Draht, der vom Ende des kürzeren Armes zum unteren Festpunkt führt.

...nden Punkte liegen im Durchschn
mit der Ebene, gelegt durch die bei
und die neue Richtung der Schwerk

Eine sehr geringe Ablenkung in de
kraft wird sich demnach durch eine
verrathen, die bis zu 180° gehen k
diesen Grundsätzen, sagt Hr. P., eine
ausgeführt und obwohl die Drähte nu
ren, schien er mir empfindlicher zu se
liche Libelle, die bei einer Verschiebu
eine Ablenkung von 1″ angab.

XV. *Lithium und Strontium i*
vom Capland.

Als Hr. Dr. Engelbach diesen Meteo
chender Salzsäure digerirte, die Flüssigke
Rückstand mit Wasser aufnahm, zeigte
liche
ch.

1862. ANNALEN No. 8.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND CXVI.

I. *Ueber die Magnetisirung von Stahlnadeln durch den Entladungsstrom der Leydner Batterie; von Dr. von Liphart aus Dorpat.*

§. 1.

Savary [1]) bemerkte zuerst bei der Magnetisirung von harten Stahlnadeln durch die Entladung der Leydner Batterie, dafs dieselbe nicht immer der Ampère'schen [2]) Regel gemäfs ausfalle. Er unterschied daher eine normale und anomale Magnetisirung; Hankel [3]) bestätigte diese von Savary gefundene Thatsache, ebenso Riefs [4]) beim Nebenstrom.

Eine Erklärung der Anomalität suchte Savary [5]) in der Annahme von »entgegengesetzten,« »abwechselnden Bewegungen,« »Impulsen« im Schliefsungsdrahte; er scheint entgegengesetzte oscillatorische Bewegungen der Massentheilchen im Drahte anzunehmen. Dafs diese Annahme Savary's nichts der Elektricitätsbewegung Widersprechendes enthalte, haben die theoretischen Arbeiten von Thomson [6]) und Kirchhoff [7]) gezeigt; jedoch unter Voraussetzungen, welche die Anwendung ihrer Resultate auf die Entladung einer elektrischen Batterie nicht gestatten. Es

1) *Ann. de Chim et de Phys. T.* 34 *p.* 5. Pogg. Ann. Jahrg. 1827 Bd. 84 S. 352; Bd. 85 St. 3 S. 443; Bd. 86 St. 1 S. 73.
2) Pogg. Ann. Bd. 72 S. 136, 221.
3) Pogg. Ann. Bd. 65 St. 4 S. 536; Bd. 69 S. 321.
4) Pogg. Ann. 1839 Bd. 47 St. 1 S. 55.
5) Pogg. Ann. Bd. 86 St. 1 Jahrg. 1827; St. 5 S. 102 bis 104.
6) *Philosophical Magazine* 1853 *Vol. V p.* 393.
7) Pogg. Ann. 1857 Bd. 100 S. 193.

...Spiegels, letzterer aus
Geifsler'schen Röhren nach.
Thatsachen und Hülfsmittel die
gene Erklärung der hier vorkomm
zuführen und die Uebereinstimm
scheinungen mit denen der Geif
zuweisen, schlug mir Dr. Paalzo
es auf seine gütige Aufforderung
Den genannten experimentellen
ken wir uns nun den Vorgang
Batterie, wie folgt:

Wir unterscheiden zwei Arten
welche der bisherigen Vorstellung
tung von der inneren (positiv gela
fseren stattfindet, und daher eine
tete, normale genannt werden mag
tinuirliche Entladung). Die *zweite* a
die Ausgleichung der auf beiden B
angehäuften Elektricitätsmengen zuer
benen normalen Richtung stattfindet,
...entgegengesetzt

zwar nehmen diese Intensitätsmaxima um so langsamer zu, als dieser Widerstand gröfser ist. Denn je geringer der eingeschaltete Widerstand ist, um so früher treten die alternirenden Entladungserscheinungen in der Geifsler'schen Röhre auf, und um so kleiner ist die Gränze innerhalb deren sich das negative Licht am positiven Pole (der Geifsler'schen Röhre) zeigt. Dagegen ist die Gränze, bis zu der die Entladungen einfach sind, um so gröfser, je gröfser der Widerstand ist, und um so länger zeigt sich das negative Licht bei der ersten alternirenden Entladung an der positiven Elektrode der Röhre. Die Intensität der einzelnen alternirenden Partialentladungen wird immer geringer und nimmt nach den Arbeiten von Thomson und Kirchhoff in einer geometrischen Reihe ab. Nach den photographischen Abbildungen von Feddersen überwiegt jedenfalls die Heftigkeit der ersten Ausgleichung bei Weitem alle folgenden. Nach denselben Abbildungen folgen sie in gleichen Intervallen auf einander, ihre Zeitdauer ist dieselbe. Es ändert diese während jeder Totalentladung sich gleichbleibende Zeitdauer der einzelnen Partialentladungen (nach Feddersen Oscillationen) ihre Gröfse bei Veränderung des Schliefsungsbogens oder der Batterieoberfläche.

Apparate.

Die Stärke des den Nadeln ertheilten Magnetismus wurde durch die Ablenkung, welche dieselben auf einen magnetischen Stahlspiegel ausübten und diese wiederum vermittelst eines Fernrohrs mit Scale-Ablesung bestimmt. Die Nadeln befinden sich, wenn nähere Angaben fehlen, stets um die Dicke des Kupferringes, welcher den Magnetspiegel zu dessen rascherer Beruhigung umgiebt, von diesem entfernt und beträgt 17 Mm. Die Breite dieses Ringes betrug 30 Mm. gleich der Länge der dünneren Nadeln, mit welchen ich meist operirte, die Entfernung der Scale von dem Spiegel blieb fast durchweg dieselbe, jedenfalls aber während einer geschlossenen Reihe von Versuchen völlig ungeändert; es betrug dieselbe durchschnittlich 260 Cm. Es genügen somit

...gnetismus der Nadel zu-
oder derselbe geblieben sey, wo d
kommen ausreicht, da bei der zieml
Entfernung des Spiegels von der Sc
ablenkung desselben sich auf letzte
bar machen mufste. Die Nadeln sin
von R. Hemming & Sohn in best
dünnere Perlnadeln von H. A. Du
silver-eyed cast steel sharps pearl.
hatte eine Belegung von 2½ Quadratf
messer, welcher in die Schliefsung g
jegliche scharfe Kante oder Schraub
Die Leitung wurde in konisch zulaufe
gelöthet und diese unter den Kugeln
passende Oeffnung fest eingepreſst; d
Kugeln beträgt 12 Mm. Die nothwen
stand aus einem 6,3 Met. langen, 1 Mm.
der auf seiner ganzen Länge in Kautsch
isolirt und über Glasstangen, die noch
Schellack überzogen waren, geleitet w
flasche hatte

in leitende Verbindung mit der inneren Belegung der Maafsflasche brachte und diese so durch die abgestofsene Elektricität die Batterie lud. Wurden dagegen die Hebelarme gesenkt, so näherten sie sich einer passenden Aushöhlung einer unter ihnen befindlichen Metallkugel, die auf einer Glasstange noch mit geschmolzenem Schellack isolirt befestigt war, und schlossen so, den Conductor der Maschine und die Maafsflache ausschaltend, die völlig isolirte Batterie. Die gewöhnlichen Magnetisirungsspiralen aus einem 0,3 Millim. dicken Silberdraht, der in 66 Windungen auf eine Glasröhre von 9 Millim. äufserem und 7 Millim. innerem Durchmesser aufgewickelt war, bedeckten mit 40 Windungen die Nadel No. 12 *H.* et *Sohn.* Es waren die Windungen nur um die Dicke des Drahtes selbst von einander entfernt, auf die durch Hankel [1]) angegebene Art gewickelt und mit Schellack von einander isolirt.

Die Verbindung der Schliefsung mit den eingeschalteten Widerständen geschah theils durch Zusammenlöthung, theils durch Klemmen, wie sie in der Fig. 5 Taf. IV abgebildet sind. Zwischen den drei Theilen *a*, *b*, *c*, die auf einander aufgeschraubt werden können, wurden die zu verbindenden Drähte, nachdem sie zuvor um die Schrauben des Stückes *b* umgebogen waren, eingeklemmt.

§. 2.

Beschreibung der Versuche mit Einschaltung einer Geifsler'schen Röhre.

Es ist klar, dafs der Beweis für die Richtigkeit und Anwendbarkeit der Ampère'schen Regel auch bei Leydner Batterie Strömen geliefert wäre, sobald es gelänge zu zeigen, dafs die Magnetisirung bei einfachen normalen Strömen stets positiv ist und mit zunehmender Intensität derselben anfangs auch zunimmt bis sie das Maximum des Magnetismus der Nadel erreicht, dann aber trotz weiterer Steigerung der Intensität des Stromes ungeändert dieselbe bleibt

1) Pogg. Ann. Bd. 69 S. 322.

der magnetisirungsfähigen Partialer
und der andern Richtung.

Diese entscheidende Reihe mit
erwähnten Magnetisirungsspiralen a
ten, gelang nicht, da die einfache
durch Einschaltung grofser Wider
können, zu schwach sind, um den
den Magnetismus zu ertheilen, gesch
ximum zu magnetisiren. Wohl aber
wendung einer Spirale von bedeuter
Windungen. Da bei Einschaltung
die einfachen Entladungen erst bei
aufhören, da ferner durch Einschalt
spiralen die Dauer jeder einzelnen
entladung verlängert [1]), somit also au
auf die Nadel erhöht werden mufs, d
gen der Intensität jeder einzelnen Ent
samer geschieht als bei geringen gerad
somit also auch die Gefahr der Mag
überspringen mehr verschwindet [2]), s

Wirkung jeder

nun so gesteigert, dafs sie das gewünschte Resultat lieferten. Ich erhielt folgende Resultate:

Reihe I.

Magnetisirungsspirale von 3138 *Meter Kupferdraht von* 0,18 *Millim. Dicke in* 18170 *Windungen aufgewickelt. Nadel No.* 11 *H. et Sohn,* 6 *Batterieflaschen* (15 □' *Belegung), Geifsler'sche Röhre.*

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Erscheinungen in der Geifsler'schen Röhre
0,00	13	+	
0,02	0	+	
0,04	0	+	
0,06	0	+	
0,08	50	+	
0,10	125	+	
0,12	140	+	
0,14	270	+	
0,16	305	+	
0,18	400	+	
0,20	565	+	
0,22	715	+	
0,24	980	+	einfach
0,26	1000	+	
0,28	1040	+	
0,30	1240	+	
0,32	1470	+	
0,34	1460	+	
0,36	1460	+	
0,38	1460	+	
0,40	1570	+	
0,42	1710	+	
0,44	1710	+	
0,46	1710	+	
0,48	1370	+	
0,50	1340	+	
0,52	1010	+	
0,54	950	+	
0,56	610	+	
0,58	330	+	alternirend
0,60	510	−	
0,62	1095	−	
0,64	1145	−	
0,66	1245	−	
0,68	1520	−	

	1670
0,84	1660
0,86	1720
0,88	1690
0,90	1650
0,92	1770
0,94	1800
0,96	1690
0,98	1780
1,00	1700
1,02	1660
1,04	1660
1,06	1660
1,08	1740
1,10	1900
1,12	1640
1,14	1700
1,16	1650
1,18	1770
1,20	1650
1,22	1700
1,24	1440
1,26	15..
1,28	1460
1,30	1680
1,32	1720
1,34	1730
1,36	1630
1,38	1640
1,40	1780
1,42	

Es waren die Entladungen bis zu 0,46 Linien Schlagweite einfach, bei 0,48 Linien Schlagweite zeigte sich die erste Spur eines rücklaufenden Stromes. Die Magnetisirung steigt also in der That so lange die Entladungen einfach sind mit zunehmender Intensität des Stromes und normaler Anordnung der Pole, und sie erreicht ihr Maximum zuerst bei 0,42 Linien Schlagweite. Auf diesem Maximum bleibt dieselbe stehen bis sie durch den ersten rücklaufenden Strom eine Schwächung erleidet; dafs die Ablenkung von 1710 Mm. wirklich das Maximum der Drehung war, welches die völlig gesättigte Nadel auf den magnetischen Stahlspiegel ausüben konnte, erhellt daraus dafs dieselbe nicht gesteigert wurde, nachdem die Nadel auf den Polen eines starken Elektromagneten in demselben Sinne magnetisirt worden war. Ebenso die folgenden zwei Nadeln. Fast noch schlagender ist folgende Reihe: (Auf die letzte komme ich noch einmal zurück) mit der in der Einleitung genannten dünnsten Nadelsorte H. A. Dubois; die bei diesen beiden Reihen benutzte Geifsler'sche Röhre hatte einen Druck von 2 Mm., eine Länge von 0,25 M., auf ihrer ganzen Länge den gleichen Durchmesser (27 Mm.) und Elektroden, deren Enden 0,12 M. von einander entfernt waren. Die Füllung bestand aus atmosphärischer Luft.

Reihe II.

Magnetisirungsspirale von 3138 *M. Kupferdraht von* 0,18 *Mm. Dicke in* 18170 *Windungen. Geifsler'schen Röhren. Nadeln von H. A. Dubois,* 6 *Batterie-Flaschen.*

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Erscheinungen in der Geifsler'schen Röhre
0,0 *a*	710	+	einfach
0,0 *b*	245	+	
0,02	5	+	
0,04	8	+	
0,06	18	+	
0,08	28	+	
0,10	55	+	

0,24	
0,26	780
0,28	800
0,30	740
0,32	755
0,34	745
0,36	760
0,38	770
0,40	800
0,42	800
0,44	780
0,46	790
0,48	800
	720
0,50	
0,52	660
0,54	610
0,56	340
0,58	210
0,60	45
	160

Es erreichte diese Nadel schon
weite ihr Maximum und blieb bis
unverrückt stehen, bis dasselbe mit
sten anomalen Stromes abnahm und
ganges durch 0, bei 0,56 Linien Se
wechselte.

ler Reihe I ist

schon früher durch die Versuche von Wiedemann [1]) und Quetelet [2]) bekannten Thatsachen, dafs zur Vernichtung des einem Stahlstabe ertheilten ersten Magnetismus weit geringere Kraft gehört, als zur Ertheilung desselben nöthig war. Die Uebereinstimmung dieses für galvanische Ströme und directe magnetische Einwirkungen von den genannten Herren gefundenen Gesetzes und dessen völlige Anwendbarkeit auf Ströme der Leydner Batterie, geht noch klarer aus folgendem Experimente hervor. Es wurde eine der Nadeln von No. 11 Reihe I, die durch die Entladung bei 0,42 Linien Schlagweite bis zum Maximum magnetisirt worden war, in umgekehrter Lage der Entladung bei 0,02 Linien ausgesetzt; die Ablenkung des Spiegels betrug hierauf nur noch 1570 Mm. Bei wiederholter Einwirkung nahm sie noch bis zu einer gewissen Gränze ab. Den ursprünglichen Magnetismus der Nadel durch *diese* Entladung ganz zu vernichten gelang nicht. Eine immer stärkere Schwächung übten die folgenden Entladungen bei 0,04 und 0,06 Linien Schlagweite aus.

Es kann somit eine Entladung wohl zu schwach seyn zum Magnetisiren, kann aber darum doch schon die Kraft besitzen den Magnetismus einer Nadel zu schwächen. Näher hierauf eingehende Versuche werde ich noch anstellen, sobald die Umstände mir die Fortsetzung dieser Arbeit gestatten.

Sehr auffallend ist es ferner bei den angeführten Reihen, dafs die Magnetisirung weit stärker ist bei Berührung der Kugeln des Mikrometers, wo also nur die Geifslersche Röhre sich als Schlagweite in der Schliefsung befand, als nachdem dieselben um ein weniges von einander entfernt waren. Die Magnetisirung hat fast ihr Maximum erreicht bei *o, o a* der Reihe II, wo ich die Kugeln des Mikrometers fest gegen einander geschraubt hatte. Etwas hiermit völlig übereinstimmendes hatte schon Paalzow bei seinen Arbeiten über die verschiedenen Arten der Entla-

1) Pogg. Ann. Bd. 103 S. 563.

2) *Ann. de chim. et de phys. Vol.* 53, *p.* 248.

Die Schwankungen der Intensit
halb der einzelnen Perioden, nach
ihr Maximum schon erreicht, rühren
schiedenen Maximum des magnetisch
zelnen Nadeln her. Es wird diese
bedeutender, je dünner die Nadelso
bei der letzten Reihe am auffallend
den verschiedenen Magnetisirungen,
Schlagweite erhalten, hätte stets die g
ich wählte aber dennoch nicht die
führte die einzelnen Fälle selbst auf, u
stand aufmerksam zu machen. Die
den erwähnten starken Elektromagne
Schwankungen in dem Maximum des ma
der einzelnen Nadeln der gleichen Num
sitiven Maximum von 1710 Mm. Ablenk
negative Maximum ist 1640. Ich habe
Zahl als erstes negatives Maximum bei 0
weite, dem ersten positiven Maximum bei
weite entsprechend, aufgeführt und mit
wur Z ehörigkeit

Intensität der einzelnen alternirenden Partialentladungen keineswegs der Schlagweite proportional zunimmt. Wäre dieses der Fall, so müfste die Ausdehnung der Perioden, sowie das Abnehmen und Ansteigen der Intensitäten des ertheilten Magnetismus beim Uebergang der einen Anordnungsweise der Pole in die andere stets die gleiche bleiben. Es geschieht aber keines von beiden, der Umfang der Perioden nimmt immer mehr ab, je gröfser die Schlagweite wird; die Intensität der alternirenden Partialentladungen wächst also immer schneller, je gröfser die Schlagweite wird; desgleichen geschieht der Uebergang beim Zeichenwechsel immer rascher.

Während der Uebergang durch Null beim Anfang der zweiten Periode noch deutlich verfolgt werden kann, ist er beim Uebergange der dritten in die vierte gar nicht mehr vorhanden; dafs bei 1,26 und 1,64 Linien Schlagweite die bedeutenden Schwächungen statt des völligen Zeichenwechsels erhalten wurden, ist ein Glücksfall, weil hier gerade die Schlagweite getroffen wurde; bei der geringsten Verschiebung nach rechts oder links war sie verschwunden und der Uebergang fand ebenso plötzlich statt, wie bei 1,54 Linien. Es ist dieses ein grofser Uebelstand bei den Arbeiten mit der Schlagweite, der immer ärger wird, je mehr dieselbe wächst. Bei Anwendung des Fallapparates und der Maafsflasche verschwindet dieser Uebelstand allerdings, doch macht sich hier ein anderer bemerkbar, der in gewissen Fällen weit störender werden kann. Auf diesen komme ich bei einer anderen Gelegenheit zurück.

§. 3.

Versuche ohne Geifsler'sche Röhre. Funkenstrecke unter dem Mikroskop.

Um den magnetisirenden Einfluſs der Entladung der Batterie unabhängig von den Einflüssen einer in den Schliefsungsbogen geschalteten Geifsler'schen Röhre beobachten zu können, ohne durch Ausschaltung derselben ein sicheres Urtheil über die Art der betreffenden Entladung zu ver-

lieren, versuchte ich auf anderem Wege zu entscheiden, ob die betreffende Entladung einfach oder alternirend gewesen sey. Es wurden in den Schliefsungsbogen mit Hülfe eines Henley'schen Ausladers zwei Platindrähte oder Stahlnadeln No. 12 *H. et Sohn* eingeschaltet, welche $\frac{1}{2}$ bis 1 Mm. von einander entfernt waren, und mit Hülfe des Mikroskopes die zwischen denselben übergehenden Funken beobachtet. Diese gaben ebenso charakteristische Merkmale zur Entscheidung der Frage, ob die Entladung einfach oder alternirend war (siehe Paalzow's Arbeit Pogg. Ann. Bd. 112 S. 584 u. 585), als die Geifsler'sche Röhre. Wurde nun die Versuchsreihe I mit der einzigen Abänderung, dafs sich statt der Geifsler'schen Röhre eine geringe Funkenstrecke, aufser der Unterbrechung beim Funkenmikrometer, in der Schliefsung befand, wiederholt, so ergab sich folgende Reihe.

Reihe III.

Magnetisirungsconstante = 2128 Meter-Kupferdraht = 0,18

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Art der Entladung
0,30	1130	—	alternirend mit negativem Licht an beiden Elektroden
0,32	1130	—	
0,34	1000	—	
0,36	1000	—	
0,38	1310	—	
0,40	1010	—	
0,42	1270	—	
0,44	1580	—	
0,46	1420	—	
0,48	1470	—	
0,50	1500	—	
0,52	1650	—	
0,54	1560	—	
0,56	1220	—	
0,58	230	—	
0,60	110	+	
0,62	410	+	
0,64	580	+	

Die Entladungen waren also sämmtlich alternirend und es fiel sehr auf, dafs, trotzdem die Nadeln der Wirkung der Entladung in der nämlichen Spirale wie bei der Reihe I ausgesetzt wurden (wo doch gleich der erste rücklaufende Strom eine Schwächung und bald eine Umkehrung ausübte), sie hier dennoch auch durch die schwächsten Entladungen, welche erzielt werden konnten, schon stark positiv magnetisirt waren. Eine Erklärung schien mir einzig möglich in der Annahme, dafs die hier erhaltene erste normale Periode schon mindestens der dritten wieder normalen Periode der Reihe I entspräche. Um hierüber in's Klare zu kommen, wurde der Widerstand des Schliefsungsbogens, der sich augenscheinlich durch die Ausschaltung der Geifsler'schen Röhre bedeutend vermindert haben mufste (wie dieses das Verschwinden der normalen Entladungen bei den geringsten Schlagweiten deutlich bekundet), durch Einschaltung grofser metallischer Widerstände bedeutend vergröfsert. Ich erhielt nun folgende Reihe.

war; keine Geifsler'sch
dem Mikroskop. 6 Batterie
et Sohn.

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels
0,00	1145
0,00	1160
0,02	1250
0,04	1300
0,06	1400
0,08	1580
0,10	1500
0,12	1500
0,14	1500
0,16	1500
0,18	1520
0,20 1	430

Von nun an waren die Entladungen stets alternirend mit negativem Licht an beiden Elektroden. Die Magnetisirung stark normal.

Es wurde hier also wirklich die der ersten normalen Periode der vorigen Reihe vorangehende anomale Periode erhalten. Die Entladungen waren wohl noch bei allen Schlagweiten alternirend, jedoch war ihre Intensität bedeutend geringer, das negative Licht an der positiven Elektrode war völlig verschwunden; es zeigte sich eine schwache Andeutung für den dunkeln Raum, der sich bei völlig einfachen Entladungen auch hier deutlich zeigt. In der blauvioletten Lichthülle der negativen Elektrode zeigte sich, als sicherer Beweis für das Vorhandenseyn eines rücklaufenden Stromes, ein hell leuchtender Punkt, der wohl von den stellweisen Glühen der Stahl- oder Platintheilchen bei sehr heftigen einfachen Entladungen zu unterscheiden ist. Die positive Elektrode umgab an ihrer äufsersten Spitze von derselben ausstrahlend eine hellrosa gefärbte Lichtkugel, die sich zur negativen Elektrode hin mehr und mehr ausdehnte, je gröfser die Schlagweite wurde. Beim Auftreten des negativen Lichtes an der positiven Elektrode bei 0,20 I und 0,22 I der vorigen Reihe (IV) wechselte die Magnetisirung das Zeichen, während sie negativ blieb, sobald der Erscheinung das negative Licht der positiven Elektrode fehlte, das heifst die im Vorhergehenden beschriebene geblieben war (0,20 II und 0,22 II). Um völlig einfache Entladungen, wie sie bei Einschaltung von flüssigen Widerständen erhalten wurden, auch hier durch Einschaltung metallischer Widerstände zu erhalten, hätten noch sehr bedeutende Längen verwandt werden müssen, wie sie mir bisher noch nicht zu Gebote standen. Die Schwankungen und Unregelmäfsigkeiten der Entladungen unter gleichen Umständen, sind hier bei Ausschaltung der Geifsler'schen Röhre ganz dieselben wie wir sie mit Einschaltung einer solchen im §. 5 kennen lernen werden, sie sind also durch diese nicht bedingt. Es verursacht die Röhre nur starke Unregelmäfsigkeiten, wenn der Druck in derselben sehr bedeu-

…stimmung noch klarer
flüssigen Widerständen zeigen
leichter möglich ist, völlig einf
ten, die dann stets normal ma
stände, die sich dabei zeigen, ge

§. 4.

Gaugain'sches

Es wurde in die Hauptschlief
terie ein Gaugain'sches Ventil,
angewendet, eingeschaltet (*V V* Fi
ein Glascylinder, welcher auf be
schlossen ist durch aufgeschraubte
auf der einen Seite *a* ein spitz zu
der andern eine Messingplatte (*b*),
schiebbar, enthalten ist. Der Spitze
sich der Reihe nach die Messingpl
haben alle nach *b* zu eine Metallsp
sind in der Röhre verschiebbar un
starke mit Tuch beschlagene Stahl
die W… …ngen anlegen. Bei d

und dient später als Träger des Apparates. Bei *a* und *b* sind ebenfalls die erwähnten Klemmen angebracht. Bei dieser Einrichtung ist jede Reinigung des Apparates und Veränderung der Schlagweiten in demselben leicht zu bewerkstelligen. In den beiden Zweigen *e* und *g* (Fig. 6 Taf. IV) desselben befanden sich fünf von den gewöhnlichen in der Einleitung erwähnten Magnetisirungsspiralen (Fig. 6 M_1 und M_2). In diesen wurden Nadeln *H. et Sohn* von sehr verschiedener Dicke magnetisirt. Die Nummern derselben sind in der ersten Colonne der folgenden Tabelle angegeben und zwar ist No. 11 die dünnste, No. 3 die dickste hier benutzte Nadel. Die Erscheinungen in den in beide Zweige eingeschaltenen Röhren (R_1 und R_2 Fig. 6), welche in ihren Erscheinungen und Dimensionen (124 Mm. lang, 7 Mm. innere Dicke, die inneren Spitzen der Elektroden waren 40 Mm. von einander entfernt) einander bis auf's Genauste glichen, waren stets noch alternirend, doch je nach dem Drucke im Ventil mehr oder weniger in beiden überwiegend nach entgegengesetzten Richtungen. Es glichen die Erscheinungen den von Paalzow [1]) bei den Zweigströmen beobachteten Erscheinungen. Es war in dem Zweige *g*, wo der positive Strom, welcher bei *d* in das Ventil eintrat, von der Spitze zur Platte ging, der positive Draht der Geifsler'schen Röhre R_2 kahl, der negative von Licht bedeckt, in dem anderen Zweige *e*, wo der Strom von der Platte zur Spitze ging, war der negative Draht kahl, der positive bedeckt; R_1 Fig. 6. Es ging der Strom in beiden Richtungen überwiegend von der Spitze zur Platte; die Magnetisirung war der Richtung des Stromes, wie sie die Geifsler'sche Röhre angab, entsprechend und somit in dem Zweige, wo die Richtung der Entladung überwiegend normal war, (Zweig *g*) überwiegend normal, in dem andern (Zweig *e*) überwiegend anomal, *in beiden entgegengesetzt.* Nur der stärkste Strom hatte, bei der geringen Einwirkung auf die Nadeln, welcher die kleinen Silberspiralen fähig waren, magnetisiren können.

1) Pogg. Ann. Bd. 112 S. 580.

	normalen
11	
9	1450
7	1350
5	2500
3	4000
	1530

Weniger gut war die Theilu
sonst gleichen Verhältnissen.

Reihe VI

Nummer der Nadel	Magnetisirung normalen Zw
11	
9	970 +
7	710 +
5	360 +
3	255 +
	100 —

In dem normalen Zweige war d
legung kommende, in dem anomalen
Belegung rücklaufende Strom von
übergegangen. Die Wiederholung un
dieser Versuche, die ich, sobald es
statten, vornehmen werde, wird wob
den Zusammenhang der Schlagweite,
sität, mit
der

wendiger Schliefsung und Einschaltung einer Geifsler'schen Röhre, die schon einen bedeutenderen Widerstand in die Schliefsung bringt, immer völlig einfache Entladungen erhalten. Bei vielen Röhren waren die Erscheinungen sogleich alternirend, wie grofs auch die Oberfläche der Batterie (soweit mir dieses wenigstens möglich war) und wie gering die Ladung derselben auch gewählt wurde. Erst bei Einschaltung gröfserer metallischer oder flüssiger Widerstände treten dieselben sicher auf, sind jedoch in allen Fällen so ungemein schwach, dafs sie selbst bei den dünnsten Nadeln, die ihrem Einflusse in den gewöhnlichen oben erwähnten Magnetisirungsspiralen unterworfen wurden, nur höchst unbedeutende Magnetismen ertheilen, wie schon oben erwähnt. Sehr auffallend war es, dafs in allen Fällen, wo der Uebergang der einfachen in die alternirende Art der Entladung stattfand (ausgenommen bei Einschaltung von sehr bedeutenden spiralförmig aufgewundenen metallischen Widerständen) der Grad der Magnetisirung, nachdem er vorher kaum 15 bis 20 Mm. betragen, um viele 100 Mm. zugenommen, oft den Sättigungsgrad der Nadel erreicht hatte, ja selbst häufig schon negativ geworden war. Auf die Erscheinungen bei Einschaltung von flüssigen Widerständen gehe ich später näher ein. Zum Beleg des oben gesagten mögen folgende Versuche und Zahlen dienen. Es war die Entladung einer Batterie von 15 Quadratfufs Belegung (6 Flaschen), schon alternirend bei nur nothwendiger Schliefsung, geladen durch eine Maafsflasche, wo die Schlagweite des Funkenmikrometers derselben nur 0,02 Linien betrug; die Ablenkung der Nadel No. 12 *H. et Sohn* war hierbei 120 Mm. Eine geringere Ladung der Batterie war nicht zu erzielen. Bei Einschaltung einer Geifsler'schen Röhre mit verhältnifsmäfsig sehr geringem Widerstande (sehr geringem Drucke etwa 1 Mm.) erhielt ich bei Einschaltung der Maafsflasche folgende Werthe.

Reihe VII. *Maafsflasche, Schlagweite* 0,06 *Linien, Wider-Röhre von ge-*

Anzahl der Batterieflaschen	II		III			IV					
Anzahl der Maafsflaschen	7	8	8	9	10	9	10	11	12	13	14
Ablenkung des Spiegels	8	1080	10	5	1180	0	0	0	5	10	1110
Lage der Pole	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+	+
Erscheinung in d Geifsler'schen Röhre	einf.	al-tern.	einfach		al-tern	einfach					al-tern.

Noch auffallender wird dieses rasche Ansteigen der In-Funkenmesser.

Reihe VIII. *Funkenmesser* (6 *Batterieflaschen*), *Nadel Nr.* 12

stand nothwendiger, Nadel No. 12 H. et Sohn. Geifsler'sche ringem Druck.

V					VI							
11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0	0	5	1110	0	0	0	10	5	5	5	1110
0	0	0	+	+	0	0	0	+	+	+	+	+
einfach				al-tern.	einfach							al-tern.

tensität der Entladungen bei folgendem Versuche mit dem

H et Sohn. Widerstand nothwendiger, Geifsler'sche Röhre gem Druck.

0,04		0,06		0,80	
5	1160	15	1160	20	?
+	+	+	+	+	?
einfach	alternirend	einfach	alternirend	einfach	alternirend

nicht, während die alternirende die Nadel fast auf das Maximum bringt. Bei der Einschaltung einer Geifsler'schen Röhre mit bedeutend höherem Drucke erhielt ich sogar folgende Reihe.

0,06 *Linien. Nadel No. 12 H. et Sohn. Nothwendiger Widerstand. von höherem Drucke.*

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40
1200	610	1080	1160	260	370	570	310	1100	1080	1180	720	440	610
−	−	−	−	−	−	+	−	−	+	−	+	−	+

... bedeutender Rückstand be
ladung alternirend, so erfolg

Reihe X. *Keine Geifsler'sche*
draht 1 Mm. dick in 160

Schlagweite des Funkenmikrometers	0,2	0,4	0,6	0
Ablenkung des Spiegels	0	5	8	1
Lage der Pole	0	+	+	+

Die Entladungen waren bis
sehr schwach alternirend, wie si
0,00 — 0,18 beschrieben sind. D
ladung mit doppelt-negativem Li
nien Schlagweite und zeigte auffal
Schwächung des Magnetismus un
wie oft ich auch dieselbe bei di
holte. So auffallend dieses Factu
so stimmt dieses doch mit dem ob
vollkommen überein. Ein so p
Magnetisirung findet sich beim Ueb
alternirenden Entladungen von 0,
die alternirende mit dopp-

räusche und ohne Hinterlassung eines Rückstandes. Wie schon erwähnt, verschwindet diese plötzliche Zunahme der Intensität der Entladung, wenn sich in der Schliefsung sehr bedeutende Längen von spiralförmig aufgewundenem Drahte befinden.

Es befand sich in der Schliefsung keine Geifsler'sche Röhre. Die Art der Entladung wurde mit Hülfe des Mikroskops aus der Lichterscheinung an der Unterbrechungsstelle beurtheilt.

draht von 0,18 *Mm. Dicke in* 18170 *Windungen*, 200' *Kupfer-H. et Sohn Funkenmikrometer.* (6 *Batterieflaschen.*)

2,8	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4
50	70	75	95	115	125	130	135	138	143	143	145	1180	1260	350 420	200	700
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+ −	−	−

vorhin beim Uebergange der einfachen in die ersten alternirenden beobachtet wurde. Wohl aber findet sich ein solches Ansteigen an einer andern Stelle der Reihe. Bei der Steigerung der Schlagweite von 5,4 zu 5,6 Linien, wo die Ablenkung des Spiegels von 145 zu 1180 Mm. ansteigt. Möglicherweise gehörte diese Magnetisirung schon der dritten wieder normalen Periode an, und die dazwischen liegende anomale ward ganz übersprungen. So war bei einer andern Reihe mit derselben Nadelsorte und nur *einer* Batterie-Flasche bei alleiniger Einschaltung von dem 0,18 Mm. dicken und 3138 Met. langen Kupferdrahte diese erste kräftige Magnetisirung sogleich negativ.

Es war

ferdraht von 0,18 *Mm. Dicke in* 18170 *Windungen, Nadel No.* 12 *Röhre. Funkenmikrometer.*

2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
50	60	85	105	120	130	140	160	1020	970	380
+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−

Die beobachteten Lichterscheinungen waren bei 5,6 Linien Schlagweite der ersten Reihe und 5,2 Linien der zweiten die nämlichen. Nachdem bis zu dieser Schlagweite das negative Licht sich an beiden Seiten der Unterbrechungsstelle gezeigt, und die Entladung kaum hörbar vor sich gegangen, auch ein bedeutender Rückstand bemerkt worden, so war jetzt das negative Licht an beiden Seiten verschwunden. Die Erscheinung war die der kräftig alternirenden Entladung, wie sie in der erwähnten Arbeit von Paalzow beschrieben und mit III3 bezeichnet sind. Der Rückstand war hier fast Null.

§. 6.

Erscheinungen bei Einschaltung von flüssigen Widerständen mit Geifsler'scher Röhre.

Ein von dem Verhalten metallischer Widerstände gänzlich verschiedenes Verhalten zeigten flüssige Widerstände,

stärkt wird. Die rücklaufenden, so wie sämmtliche der ersten Entladung folgenden Entladungen werden derartig durch eine solche Einschaltung geschwächt, dafs ihre Wirkung erst *bedeutend* später, als bei den der Berechnung nach entsprechenden metallischen Widerständen, bei der Magnetisirung zur Geltung kommen kann. Die erste bedeutend über alle folgenden überwiegende Entladung ist bei den folgenden Versuchen stets einer deutlichen Wirkung fähig. Die Zunahme der Intensität der einzelnen Entladungen ist hier noch weit geringer, geschieht noch bedeutend langsamer als bei Einschaltung, der Berechnung nach, bedeutend gröfserer metallischer Widerstände. So war die Magnetisirung, bei 6 Batterieflaschen und Einschaltung einer Säule der genannten Mischung von 60 Mm. Länge und 1 Mm. Durchmesser in den nothwendigen Widerstand, bei einer Entladung von 160 Maafsflaschen, wo die Kugeln des Mikrometers 0,1 Linie von einander entfernt waren, noch normal. Schon bei 16 Maafsflaschen hatte dieselbe ihr Maximum erreicht und blieb unverrückt auf demselben stehen, obgleich die Entladungen stark alternirend waren. Als Magnetisirungsspirale wurde bei beiden Versuchsreihen die in der Einleitung erwähnte Silberspirale benutzt. Die Nadel war die dünnste Perlnadel von Dubois. Desgleichen war die Magnetisirung noch normal und betrug das Maximum des magnetischen Momentes der Nadelsorte, obgleich die Entladungen schon stark alternirten, als bei völlig denselben Verhältnissen das Funkenmikrometer eingeschaltet wurde und die Schlagweite desselben bis 3 Linien betrug. Die Entladungen bei Einschaltung geringerer Widerstände dieser Art sind ebenfalls, so lange sie völlig einfach sind, in den gewöhnlichen Silberspiralen nicht fähig den Nadeln einen bedeutenden Magnetismus zu ertheilen. Ich erhielt bei Einschaltung von 10 Millim. der genannten Flüssigkeit (1 Millim. im Durchmesser) bis zu 25 Maafsflaschen einfache Entladungen bei 6 Batterieflaschen. Die Ablenkung des Spiegels betrug jedoch bei der stärksten derselben nur 20 Millim. Die Schlagweite des Funkenmes-

sers der Maafsflasche betrug hier, wie oben, 0,1 Linie; dennoch erhielt ich auch hier noch bis zu 160 Maafsflaschen keinen Zeichenwechsel. Bei Einschaltung gröfserer Widerstände bleiben die Entladungen bis zu immer höheren Ladungen hinauf einfach und die Magnetisirung erreicht ebenfalls bedeutend gröfsere Werthe, doch ist es dann auch um so schwieriger einen Zeichenwechsel zu erhalten. Die Magnetisirung nimmt auch jenseits der einfachen Entladungen noch an Intensität zu und bleibt, nachdem sie ihr Maximum erreicht hat, auf diesem unverrückt stehen. So erhielt ich bei 6 Batterieflaschen, als sich in der nothwendigen Schliefsung derselben eine *U* förmig gebogene Röhre von 220 Millim. Länge und 0,144 Linien Dicke (die vertical in die Höhe stehenden Theile derselben hatten trichterförmige Ansätze, in welche zwei Spitzen aus dickem Platindraht, die an die Enden der Schliefsung angelöthet waren, eintauchten und mit Wachs an den Rändern be-

Reihe XII.

Magnetisirungsspirale von 2220 *Windungen des* 0,47 *Millim. dicken Kupferdrahts, Schwefelsäure vom specifischen Gewicht* 1,30, 420 *Millim. lang,* 3,5 *Millim. dick. Geifsler'sche Röhre,* 6 *Batterieflaschen.*

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Erscheinungen in der Geifsler'schen Röhre
0,00	8	+	
0,02	0	0	
0,04	0	0	
0,06	0	0	
0,08	0	0	
0,10	0	0	
0,12	0	0	einfach
0,14	5	+	
0,16	13	+	
0,18	60	+	
0,20	130	+	
0,22	430	+	
0,24	575 I	+	einfach
0,24	835 II	+	alternirend
0,26	620 I	+	einfach
0,26	835 II	+	alternirend
0,28	850	+	
0,30	840	+	
0,32	850	+	
0,34	850	+	
0,36	845	+	
0,38	830	+	
0,40	835	+	
0,42	860	+	
0,44	860	+	
0,46	825	+	
0,48	825	+	
0,50	850	+	
0,52	830	+	
0,54	825	+	alternirend
0,56	840	+	
0.58	830	+	
0,60	800	+	
0,62	800	+	
0,64	840	+	
0,66	800	+	
0,68	850	+	
0,70	810	+	
0,72	775	+	
0,74	855	+	
0,76	775	+	
0,78	730	+	

0,92		710	
0,94		695	
0,96	50	800	810
0,98		680	
1,00		835	
1,02		830	
1,04		810	
1,06		765	
1,08		765	
1,10		800	
1,12		860	
1,14		830	
1,16		785	
1,18		765	

Es war dieses die nämlich
Versuchsreihe II, jedoch eine r
hends das Maximum etwas höh
Die Richtigkeit der Ampère'sc
auch aus diesen Versuchen her
lich erhellt, dafs, so lange die E
sind, die Magnetisirung ebenfa
dieselbe auf ihrem Maximum
Entladungen in anomaler Richtu
um eine Schwächung

je nach den Umständen, entweder zuerst nur eine Schwächung und erst bei wiederholten Einwirkungen ein völliger Zeichenwechsel, oder war die Entladung stark genug, auch sogleich ein Zeichenwechsel; ein deutlicher Beweis, dafs es nur daran liegt, dafs die anomalen Entladungen nicht die gehörige Stärke haben, eine Schwächung, resp. Umkehrung, des Zeichens zu bewirken.

Beim Uebergange der einfachen Art der Entladung in die alternirende, bei 0,24 und 0,26 Linien Schlagweite, findet auch hier ein ziemlich bedeutendes Ansteigen der Intensität des Stromes statt, denn war bei 0,24 die Entladung einfach, so betrug die Ablenkung nur 575 Millim., war sie dagegen alternirend 835 Millim., desgleichen bei 0,26 Linien Schlagweite 620 Millim. wenn die Entladung einfach, dagegen 835 Millim. wenn dieselbe alternirend war. Es ist diese Zunahme lange nicht so bedeutend wie dieselbe früher beobachtet wurde, jedoch aus dem einfachen Grunde, dafs das Maximum des Magnetismus der Nadel erreicht war, dem die früheren einfachen Entladungen schon bedeutend näher gekommen waren, als vorher durch die kleinen Silberspiralen.

Bei Anwendung der Silberspiralen fand bei diesem Uebergange ein ganz ähnliches Ansteigen statt, wie bei der Einschaltung des nur nothwendigen Widerstandes und einer Geifsler'schen Röhre bemerkt wurde (von 20 Mm. Ablenkung bis zum Maximum).

Der Berechnung nach entspricht der Widerstand der Flüssigkeitssäule dieser Reihe XII ungefähr $\frac{1}{4}$ des metallischen Widerstandes der Reihe I. (Den Widerstand der Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,30 = 60,000 Neusilber, 12 Neusilber = 100 Kupfer und die Länge der Röhre = $\frac{1}{2}$, die Dicke derselben = 3 gesetzt, ist die entsprechende Länge des obigen Kupferdrahtes 938 M.). Wie weit also flüssige und metallische Widerstände von einander verschieden sind und wie unmöglich eine Vergleichung derselben bei Leydner-Batterie-Strömen ist, geht klar aus der Vergleichung der Reihe I mit der Reihe XII hervor. Um mir darüber Gewifsheit zu verschaffen, ob bei Einschaltung

...; und nur die äufsers
Feilen wieder blofsgelegt. D
wurden nun ihrer ganzen Län
fäfs mit verdünnter Schwefelsä
untergetaucht und die Spitzen
30 Mm. von einander befestigt.
diente eine Spirale von 4225 W
gen und 0,27 Mm. dicken Kupf
auf eine Glasröhre von 58 Mm.
und 11 Mm. äufserem Durchmes
der nothwendigen Schliefsung bei
ler'sche Röhre von 124 Mm. L
Durchmesser. Die Elektroden der
einander entfernt. Der Druck in
0,5 Linien. Die Batterie bestan
Nadel ist No. 12 *H.* und *Sohn.* Ic

Reihe XIII

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	
0,00	0	
0,02	0	
0,04		

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Erscheinungen in der Geifsler'schen Röhre
0,24	1250	+	einfach
0,26	1385	+	
0,28	1240	+	
0,30	1375	+	
0,32	1300	+	
0,34	1300	+	
0,36	1300	+	
0,38	1285	+	
0,40	1160	+	
0,42	1260	+	
0,44	1310	+	
0,46	1120	+	
0,48	260 125	+ −	
0,50	1140 40	+ +	
0,52	35	−	
0,54	165	+	
0,56	50	+	
0,58	40	+	
0,60	190	+	
0,62	85	+	
0,64	50	−	
0,66	150	−	
0,68	130	−	
0,70	280	−	
0,72	200	−	alternirend
0,74	90	−	
0,76	95	−	
0,78	60	−	
0,80	470	−	
0,82	85	−	
0,84	155	−	
0,86	150	−	
0,88	115	−	
0,90	200	−	
0,92	200	−	
0,94	150	−	
0,96	200	−	
0,98	160	−	
1,00	155	−	
1,02	165	−	
1,04	200	−	
1,06	119	−	
1,08	200	−	
1,10	195	−	
1,12	210	−	
1,14	210	−	
1,16	200	−	
1,18	195	−	

1,30	270
1,32	270
1,34	210
1,36	210
1,38	250
1,40	230
1,42	215
1,44	245
1,46	220
1,48	290
1,50	290
1,52	280
1,54	125
1,56	170
1,58	285
1,60	205
1,62	300
1,64	270
1,70	125 285 0
1,80	260
1,90	230
2,00	205
2,10	250
2,20	270 20
2,30	85
2,40	70

Dafs Perioden und Zeichenwe
tung von Flüssigkeiten vorkommen
stehenden Reihe hervor. Die Ma
durch die einfachen Entladungen
bleibt auf demselb

sigkeit leuchtende Punkte auf, ein solcher war bis dahin nur an einer Elektrode bemerkt worden.

Die Entladung ging, so lange sie einfach, ohne ein hörbares Geräusch in dem Gefäfse mit Schwefelsäure vor sich; nachdem jedoch in der Röhre die alternirenden Erscheinungen auftraten und an beiden Elektroden in der Flüssigkeit die erwähnten leuchtenden Punkte bemerkt wurden, erfolgte dieselbe mit Geräusch, welches mit zunehmender Schlagweite auch mehr und mehr zunahm. Bei hohen Ladungen wurden heftige Erschütterungen in der Flüssigkeit bemerkt. Bei diesen Versuchen ist sehr auf eine gute Ableitung der Batterie zu achten, da, im Falle dieselbe nicht sehr vollkommen ist, die Störungen und Schwankungen ganz ungeheuer zunehmen, oft sogar ganze Perioden verschwinden und in ewiges Hin- und Herschwanken der Intensität sowohl als des Zeichens der Magnetisirung übergehen. Dieselbe Reihe wurde nun auch ohne Einschaltung einer Geifsler'schen Röhre wiederholt.

§. 7.

Erscheinungen bei Einschaltung flüssiger Widerstände ohne Geifsler'sche Röhre.

Es wurde statt der Geifsler'schen Röhre, wie sie in dem vorigen Paragraphen bei der Reihe XIII beschrieben wurde, zur Entscheidung über die Art der Entladung das Mikroskop über einer Unterbrechungsstelle, welche durch zwei einander möglichst genäherte Stahlnadeln No. 12 *H. et Sohn* gebildet wurde, aufgestellt. Sonst ward an der Schliefsung der Reihe XIII nichts geändert.

...nungsweite des Funkenmikrometers	Ablenkung Spiegels
0,00	110
0,02	1160
0,04	1320
0,06	20 770
0,08	1010
0,10	1260
0,12	1230
0,14	960
0,16	1020
0,18	330
0,20	250
0,22	1290
0,24	1155
0,26	1170
0,28	1280
0,30	1470
0,32	780
0,34	70
0,36	10
0,38	20
0,40	45
0,42	50
0,44	45
0,46	65
0,48	80
0,50	100
0,52	45
0,54	45
0,56	60
0,58	

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Art der Entladung
0,78	120	—	
0,80	1120	—	
0,82	140	—	
0,84	155	—	
0,86	255	—	
0,88	200	—	
0,90	130	—	
0,92	200	—	
0,94	1760	—	
0,96	930	—	
0,98	170	—	
1,00	730	—	
1,02	850 790	+ —	
1,04	230	—	
1,06	250	—	
1,08	220	—	
1,10	230	—	
1,12	210	—	
1,14	260	—	
1,16	210	—	alternirend
1,18	250	—	
1,20	250	—	
1,22	230	—	
1,24	300	—	
1,26	160	—	
1,28	240	—	
1,30	120	—	
1,32	170	—	
1,34	45	—	
1,36	260	—	
1,38	60	+	
1,40	60	—	
1,42	40	+	
1,44	135	+	
1,46	160	+	
1,48	170	+	
1,50	85	+	
1,60	85	+	
1,70	60 130 30	+ + —	

Die Entladungen waren also nach Weglassung der Röhre sämmtlich alternirend, ebenso wie bei der Reihe III und IV Paragraph 3 bei Einschaltung von nur metallischem Widerstande. Sehr bemerkenswerth ist die ungemeine lange negative Periode von 0,36 bis 1,36 (1,40) der Reihe XIII, mit Geifsler'sche Röhre, von 0,64 bis 1,64 (2,20) ent-

kungen ganz dieselben bei
Geifsler'sche Röhre in der
0,48 bis 0,62 und von 1,70 bi
ler'scher Röhre unterscheid
sentlich von der Reihe ohne G
bei letzterer der Widerstand
ringer ist, die negative Magn
so wie auch früher eine zweit
schaltung einer Geifsler'sche
dünnung hat also auch hier ke
Entladung als ein bedeutender

Wurde statt des geringen V
säure, wie er in der vorigen F
die nämliche Schliefsung eine
Länge und 7 Mm. Dicke einges
ladungen, so weit mir eine St
war, sämmtlich einfach. Die
wie die nachstehende Reihe an

Reihe XV.

Keine Geifsler'sche Röhre. Funkenstrecke unter dem Mikroskop-Funkenmesser. 6 *Batterieflaschen, Alkoholsäule* 60 *Mm. lang,* 7 *Mm. dick. Magnetisirungsspirale von* 4225 *Windungen, wie bei der vorigen Reihe.*

Schlagweite des Funkenmikrometers	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Art der Entladung
0,00	0	0	
0,02	0	0	
0,04	40	+	
0,06	140	+	
0,08	310	+	
1,0	600	+	
1,2	700	+	
1,4	700	+	
1,6	780	+	
1,8	780	+	
2,0	950	+	einfach
2,2	1000	+	
2,4	1040	+	
2,6	1070	+	
2,8	1130	+	
3,0	1130	+	
3,2	1220	+	
3,4	1300	+	
3,6	1300	+	
3,8	1300	+	
4,0	1300	+	
4,2	1300	+	

Diese Entladungen sind anfangs die gewöhnlichen schon oben beschriebenen, deutlich einfachen. Bei den hohen Intensitäten, die dieselben hier erreichen, verschwindet der dunkle Raum fast ganz. Das röthlich positive Licht, so wie das negative schön blau-violette, werden beide fast völlig weifs, schwach rosa gefärbt. Die negative Elektrode fängt an einzelnen Stellen heftig an zu glühen. Diese glühenden Stellen vermehren sich mit zunehmender Stromintensität. Es bilden sich bei häufiger Wiederholung der Entladung an diesen Stellen, starke warzenförmige Erhöhungen, die bei weiterer Steigerung anwachsen, schliefslich abfallen. Diese glühenden Stellen sind von den leuchtenden Punkten, die das Merkmal für das Vorhandenseyn ei-

zu gebrauchen und ward aus
weismittel in den Vordergrun

§. 8

Magnetisirung w

Nach der Ansicht von Sava
die Magnetisirung weicher Stahl
ausgespannte Schliefsung spricht
bei Nadeln aus weichem Stahl
Anomalität in der Anordnung c
kel [3]) giebt auch eine Erklärung
der geringen Coërcitivkraft dersel
die bisher durchgeführte Erkläru
in der Anordnung der Pole die ri
die Ampère'sche Regel auch bei
renden Partialentladung ihre voll

Schlagweite des Funkenmikrometers	0	0,02
Ablenkung des Spiegels	0[4])	640
Lage der Pole	0	+

Dafs ich di

mir eben diese leichtere Beweglichkeit der Molecüle, der geringere Widerstand, den dieselben dem richtenden Einflusse der Entladung bei weichem Stahle entgegenstellen, als es beim harten der Fall zu seyn scheint, gerade ein Grund mehr dafür zu seyn, dafs bei ihnen Wechsel in der Anordnung der Pole auftreten müssen, und das Nichtvorkommen solcher bleibt unerklärlich. Freilich ist klar, dafs die Wechsel hier noch weit leichter übersprungen werden, da die Anzahl der auf diese Molecüle wirkungsfähigen Entladungen weit gröfser ist als bei gehärteten Nadeln. Ich suchte, bevor mir Versuche möglich waren, hierin den Grund, dafs die genannten Herren keine Wechsel beobachtet hatten. Jedoch auch bei Einschaltung des allein nothwendigen Widerstandes in die Schliefsung einer Batterie von 6 Flaschen, erhielt ich folgende Reihe: Die Magnetisirungsspirale ist die in der Einleitung erwähnte Silberspirale. Nadeln von weichem Stahle verschaffte ich mir, indem ich die gut gehärteten Stahlnadeln von Hemming et Sohn in einem Glühofen bis zum Weifsglühen erhitzte und allmählich in der magnetischen Ostwestrichtung erkalten liefs. Sie waren so biegsam, dafs ich sie nur mit Vorsicht in dem Wachstropfen an der Spitze des Glasstäbchens, vermittelst dessen ich die Nadeln in eine constante und möglichst axiale Lage in der Spirale brachte, befestigen konnte.

0,26	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,56	0,58	0,62	0,66	0,70
940	104^0	480	40	580	640	795	220	1000	120	794	760	380
+	+	+	−	+	+	+	−	−	−	+	+	+

gleichmäfsige Steigerung der Stromintensität, auf die es doch hauptsächlich hierbei ankommt, nicht möglich war, wie frühere Versuche gezeigt, geschah aus folgenden Gründen. Aus den genannten Motiven stellte ich meine ersten Versuche über die Magnetisirung weicher Stahlnadeln mit dem Fallapparate und der Maafsflasche an. Der Erfolg war stets im höchsten Grade ungünstig. Niemals erfolgte eine ano-

der sich nähernden Kugeln d
hutsamer Annäherung gelang
trennen, dafs man sie in ihr
Aufeinanderfolge sehen konn
einfache, normale gänzlich aus
der behutsamsten Annäherung
Uebelstand scheint mir nun au
halb die früheren Forscher nie
erhielten, da dieselben stets mit
wie mein Fallapparat, gearbeitet
aber dieser Uebelstand bei Eins
meters gänzlich verschwindet, s
tisirung des weichen Stahles mit I
Erfolg war wie schon oben erwä
Thatsache bestimmte mich bei sp
den Funkenmesser anzuwenden.

Wie verschiedenen Periode
für scheinbar dieselbe Periode e
gehören, beweist das scheinbar
und Abschwanken derselben inn
Periode. Hr. S[illegible]

mes bedeutend vergröfsert wird. Die Wirkungen der einfachen Entladungen auf diese weichen Nadeln ist bedeutend stärker, wie leicht erklärlich, als auf Nadeln von hartem Stahle und gleichen Dimensionen. Schon in den gewöhnlichen Silberdrahtspiralen erhielt ich Ablenkungen von 65 Millim. bei gleicher Schliefsung wie in der Versuchsreihe S. 536 Reihe X, wo die einfachen Entladungen die harten Stahlnadeln blos bis zu einer Ablenkung von 15 Millim. bei 1,2 Linien Schlagweite gebracht hatten.

§. 9.

Schlufsbemerkungen.

Gehe ich nun noch einmal die bisher bei dieser Art der Magnetisirung bekannten Thatsachen durch, so finde ich keine (bis auf die in der Arbeit von Savary [1]) erwähnte, wo Derselbe in verschiedenen Theilen der Schliefsung, die einen wesentlich verschiedenen Widerstand besitzen, sehr verschiedene Wirkungen auf die über denselben befindlichen Nadeln beobachtete) die sich nicht von diesem neuen Gesichtspunkte aus vollkommen erklärten. Doch etwas dieser von Savary beobachteten Erscheinung völlig Analoges beobachtet man, wenn man drei Geifsler'sche Röhren, von denen die mittlere einen bedeutenden, die beiden andern einen sehr geringen Widerstand besitzen, mit einander verbindet und einen ziemlich starken Inductionsstrom durch dieselben leitet. Die Erscheinung in den beiden äufseren Röhren ist alternirend, die in der mittleren einfach normal. Es scheint die mittlere einer Flasche ähnlich zu wirken. Eine Wiederholung des so interessanten Savary'schen Experimentes war mir noch nicht möglich, doch hoffe ich auch dieses Räthsel bei der Fortführung dieser Arbeit lösen zu können. Aehnliche Verschiedenheiten der Magnetisirung, wie sie Savary [2]) bei der Sprengung der Glasröhre mit Quecksilber durch die Entladung bemerkte, zeigen sich auch bei der Magnetisi-

1) Pogg. Ann. Bd. 86, St. 1. J. 1827. St. 5, S. 75 u. 76.
2) Pogg. Ann. Bd. 85, St. 3. J. 1827. St. 3, S. 463 und 464.

rung über der Geifsler'schen Röhre. Wurden z. B. über einer solchen, in gleicher Höhe über beiden Elektroden und im mittleren Verlaufe derselben, wo sie jedoch dem Strom bedeutend näher waren, Nadeln No. 12 Hemming et Sohn angebracht, ferner auf einer zweiten Röhre in gleicher Weise Nadeln No. 4 Hemming et Sohn, so ergaben sich vom positiven zum negativen Drahte gerechnet, folgende Werthe der Magnetisirung bei einer Entladung von 6 Batterieflaschen, die mit 80 Maafsflaschen von $\frac{1}{5}$ Linie Schlagweite des Mikrometers geladen waren.

Nadel No. 12.		Nadel No. 4.	
Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole	Ablenkung des Spiegels	Anordnung der Pole
0	0	0	0
15	+	41	+

Reihe XVII.

Röhre I.

Nadel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ablenkung des Spiegels	183	170	150	130	100	100	95	100	115	118	120	115	110	90
Anordnung der Pole	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Röhre II.

Nadel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ablenkung des Spiegels	238	258	215	235	200	235	225	200	220	220	230	240	208	210	220	190	180	190	200	160	150
Anordnung der Pole	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Bei der Reihe I hat die Magnetisirung zwei Maxima, das erste über der positiven Elektrode, das zweite auf dem Anfang des letzten Viertels der Röhre, ferner zwei Minima auf der Mitte der Röhre und auf der negativen Elektrode derselben. Bei der Röhre II findet ein Schwanken der Intensität statt; die Magnetisirung über der negativen Elektrode ist aber auch hier wieder schwächer als über der positiven. Ferner ist die Magnetisirung über der zweiten Röhre, trotzdem dieselbe Entladung wirkte, weit stärker als über der ersten. Die Röhren waren beide gleichzeitig hinter einander in die Schliefsung eingeschaltet, sind jedoch von ungleicher Länge und wohl auch ungleichem Drucke (ich kenne denselben nicht genau, da diese Röhre von Hrn. Geifsler selbst verfertigt und dessen Angaben über den Druck und den Stoff der Füllung zu unzuverlässig sind, als dafs ich auf dieselben Rücksicht nehmen könnte); dafs also bei ungleichem Widerstande in einzelnen Theilen

Einfluſs der Anzahl von Windungen, mit welchen die Magnetisirungsspirale die Nadel bedeckt, sehe ich mich ebenfalls auf die nächste Zeit zu verschieben genöthigt, wo mir einfache Entladungen der Batterie von beliebiger Stärke zu Gebote stehen werden. Eine Wiederholung der hierüber von Hankel [1]) angestellten Versuche ist nach diesen neuen Thatsachen über die Art der Entladung der Batterie und der hieraus nothwendig entspringenden von der früheren Annahme gänzlich verschiedenen Folgerungen für die Magnetisirung des Stahles durchaus nothwendig.

Von Hrn. Savary [2]) ist behauptet worden, daſs sich die Wirkung von Entladungen, welche zu schwach sind, die Nadel bis zum Maximum zu magnetisiren, bei Wiederholung der Einwirkung bis zu einem gewissen Grade addiren. Da es aber nun sehr fraglich war, welcher Art die von Savary angewandten Ströme gewesen seyen und mir sehr fraglich schien, ob er dieses Resultat wirklich mit einfachen Entladungen erhalten, die doch allein über diese Frage entscheiden können, so hielt ich eine Wiederholung dieser Versuche für sehr wünschenswerth. Meine Resultate stimmten völlig mit der Behauptung von Hrn. Savary. Der Grad, bis zu welchem sich die Wirkungen der Entladungen summiren, war je nach der Intensität der Entladung sehr verschieden, konnte auch das Maximum des Magnetismus der Nadel seyn. Es zeigte sich, daſs es auch Entladungen giebt, die der Nadel das Maximum nicht zu ertheilen vermögen, wie häufig sie auch auf dieselben einwirken. Die Erhöhung des Grades von ertheiltem Magnetismus durch wiederholte Einwirkung der Entladung ist ein deutlicher Beweis für den Einfluſs der *Zeitdauer* eines Stromes. Hätten die einfachen Entladungen, deren jede einzeln zu schwach war, der Nadel das Maximum des Magnetismus zu ertheilen, so lange angedauert, als die Summe der einfachen Entladungen, welche nöthig waren, um die Nadel bis zum Maximum zu magnetisiren, so hätte

1) Pogg. Ann. Bd. 69 S. 326 bis 329.

2) Pogg. Ann. Bd. 66 St. 1, Jahrg. 1827 St. 5 S. 83 u. 84.

diese Entladung sie nothwendig ebenfalls bis zum Maximum magnetisiren müssen. Es war die *Zeitdauer* jeder einzelnen einfachen Entladung zu kurz, um das Maximum ihrer Wirkung auf die Nadel ausüben zu können, nicht ihre *Intensität*, da diese doch bei der Wiederholung nahezu die gleiche bleiben *mufs*.

So betrug bei einer Versuchsreihe mit dem Funkenmikrometer, dessen Schlagweite 0,1 Linie betrug, bei Einschaltung einer Schwefelsäuresäule von 42 Cm. Länge und 3,5 Mm. Dicke, der Magnetisirungsspirale von 2220 Windungen des 0,47 Millim. dicken Kupferdrahtes und einer Geifsler'schen Röhre von sehr geringem Widerstande in die Schliefsung einer Batterie von 6 Flaschen, die Magnetisirung der Nadel No. 12 Hemming et Sohn zuerst.

125 Mm. +

bei der ersten Wiederholung der Entladung, welcher die Nadel in gleicher Lage

1110 Mm. —

es wurde dieser Magnetismus durch eine sechsmalige Wiederholung der Einwirkung weder weiter erhöht noch nahm derselbe an Intensität ab.

Wurde nun diese selbe Nadel (1110 —) in der ursprünglichen Lage der gleichen Entladung ausgesetzt, so erfolgte sofort eine Umkehrung der Pole, die Nadel war wieder bis zum Maximum mit normaler Lage der Pole magnetisirt.

1150 Mm. +

hierauf wieder in der zweiten Lage magnetisirt, ergab sie gleich nach der ersten Entladung eine Ablenkung von:

1110 Mm. —

desgleichen, bei abermaliger Umkehrung der Lage, von Neuem:

1150 Mm. +

Die Uebereinstimmung dieser Resultate mit den schon bekannten Magnetisirungsgesetzen durch Volta'sche Ströme und directe magnetische Einwirkungen ist auffallend. Ich finde somit nach dieser Wiederholung der Versuche über die Magnetisirung durch reibungs-elektrische Ströme keine einzige Anomalität mehr oder wesentliche Verschiedenheit von der Magnetisirung durch Volta'sche Ströme. Es befolgt, so bald man Rücksicht auf die entgegengesetzten Richtungen der Partialströmungen der Entladung der elektrischen Batterie nimmt, die Magnetisirung hier ganz die nämlichen Gesetze, wie bei der Erregung durch galvanische Ströme. Ich hoffe somit die Ampère'sche Regel in ihr unumstöfsliches Recht, welches ihr hier so lange vorenthalten geblieben, eingesetzt zu haben.

Auf die Magnetisirungserscheinungen bei geradlinig ausgespannter Schliefsung und ansteigender Entfernung der Nadeln von derselben gehe ich in der folgenden Arbeit näher ein, da zu denselben weit bedeutendere Elektricitätsmengen nöthig sind, als sie mir bis jetzt zu Gebote standen.

...ster Bedeutung sind
Themas nicht allein »für einen
ten von Interesse ist.«

II. *Untersuchungen über ... bei der Lichtpolarisation;* ...

(Schluss von ...

Zweiter The...

Ich lenkte neuerlich die Aufmerks...
gewisse Polarisationserscheinungen
von hellen auf Spiegel gezogenen
schmalen Spalten ausgeht. Diese
mir ein besonderes Interesse dar...
der Neuheit einiger derselben, als
sie zu erklären, wenn man sie a...
bekannte Mittel zur Polarisation ...

Ich erlaube mir heute den ...
sachen noch einige hin...

mögen besitzen, dessen Effecte sich sowohl in den glänzenden Reflexen als in den regelmäfsig reflectirten Strahlen beobachten lassen, indem sie eine mannichfache Polarisation erzeugen, bald winkelrecht bald parallel zur Einfallsebene, und zwar in Richtung und Intensität abhängig zugleich von dem Einfallswinkel der Strahlen, von dem Winkel, unter welchem man sie beobachtet, und auch von der Gestalt und Tiefe der Furchen.

Ueberdiefs haben diese Versuche gezeigt, dafs das durch eine sehr enge Spalte geleitete Licht Erscheinungen gleicher Ordnung zeigt, insgemein polarisirt ist und zwar in winkelrechter Ebene auf der Länge der Spalte. Da die Polarisation hiebei gleiche Richtung hat, wie die, welche aus vielfachen Reflexionen zwischen den beiden Rändern der Spalte hervorgehen würde, so glaubte ich anfangs, dafs das Phänomen sich aus dieser Ursache erklären liefse, wo es dann nichts Besonderes haben würde; allein verschiedene Gründe und mehre Versuche führten dahin, für die Spalten eine gewisse polarisirende Eigenschaft analog der der Furchen anzunehmen, und diese Betrachtungsweise bestätigte sich durch neue Beobachtungen, die ich nun beibringen werde.

1. *Polarisation durch eine sehr feine Spalte in einer deren Länge parallelen Ebene.* — Eine sehr dünne, chemisch auf Glas niedergeschlagene Silberschicht wurde geradlinig mit sehr feinem Smirgel geritzt; es war ein Stück der Platte, die früher mit (*A*) bezeichnet und deren Dicke gleich $\frac{1}{3400}$ Millimeter gefunden ward. Eine grofse Anzahl der Furchen hatte die Silberschicht durchschnitten, so dafs eben so viele aufserordentlich dünne Spalten entstanden waren. Als diese Lichtlinien unter einem mit Sonnenlicht beleuchteten Mikroskop mittelst eines Zerlegers beobachtet wurden, zeigten sich die schon beschriebenen Erscheinungen, d. h. eine grofse Anzahl dieser Linien war winkelrecht gegen die Länge polarisirt.

Als man aber die weniger hellen dieser Linien, welche die feinsten seyn mufsten, aufmerksamer beobachtete, fand man eine gewisse Anzahl, die ein entgegengesetztes Ver-

laren, versehen mit Mikrometer
erkannte bald, dafs ihre Breite
terhalb der Deutlichkeit eines
blieben (Oberhäuser Nr. 829).
sitäten der feinsten Linien acht
breiteren, deren Durchmesser
konnte ich denselben mit einig
stimmen.

Eine winkelrecht gegen ihre
schien $\frac{1}{1000}$ Mm. breit zu seyn,
helle, die parallel ihrer Richtung
ich auf $\frac{1}{1800}$ Mm. breit. Ich mu
Werthe nur approximativ sind; in
noch kleiner seyn, aber es ist we
sie gröfser seyen. Gewifs ist, dafs
nur in den feinsten Spalten ersch
Breite viel geringer ist als die Lich
$\frac{1}{1000}$ Mm. beträgt.

Ich untersuchte, wie schon im
heit gesagt, dasselbe Phänomen an
im Querschnitt, welche im Allgeme
der Lichtlinie winkelrechte Pol-
lich habe

sachen dieser Erscheinungen sehr geeignet waren. In der That gelang es in gewissen Fällen Fransen hervorzubringen, welche das doppeltbrechende Prisma in zwei Systeme zerlegte, polarisirt das eine parallel der Spalte und das andere winkelrecht auf derselben.

Die Dissymetrie der beiden Systeme betrug in gewissen Punkten einen geringen Bruch einer Franse, in anderen eine Viertelfranse, und in noch anderen stieg sie auf eine halbe Franse. Die beiden über einander gelagerten Systeme oder die natürlichen Fransen besafsen daher verschiedenartige Polarisationszustände, in denen bald die auf der Spalte winkelrechte Polarisation, bald die derselben parallele vorwaltete, und in gewissen Punkten war die eine oder die andere dieser Polarisationen vollständig.

Diese sonderbaren Erscheinungen, die zu den vorhin beschriebenen in offenbarer Beziehung stehen, scheinen bezogen werden zu müssen auf die Dazwischenkunft von Strahlen, die unter verschiedenen Winkeln an den polirten Rändern der Spalte reflectirt werden, sich mit den directen Strahlen mischen und somit eine gemeinschaftliche Resultante geben, die im Allgemeinen verschieden seyn mufs, je nachdem man die eine oder die andere Componente der reflectirten Strahlen betrachtet. Man weifs nämlich, dafs der Act der Reflexion im Allgemeinen zwischen den beiden Componenten, der zur Reflexionsebene parallelen und der zu ihr winkelrechten, eine Phasendifferenz hervorruft, welche einen entsprechenden Effect in der Resultante dieser Componenten bewirken mufs. Allein das Phänomen ist hier zu verwickelt, als dafs es einer etwas genauen Analyse fähig wäre; es läfst sich blofs voraussehen, dafs in gewissen Fällen das Zusammentreffen oder die Interferenz der directen Strahlen mit den reflectirten ein mehr oder weniger vollständig polarisirtes Licht giebt, dessen Polarisationsebene zusammenfällt, entweder mit der Reflexionsebene oder mit der darauf winkelrechten Ebene.

Uebrigens ist diese merkwürdige Polarisationsursache eine einfache und nothwendige Folge der Gesetze, welche

Erscheinungen bieten
Eigenthümlichkeit dar, diejenig
den interferirenden Strahlen,
schiede der durchlaufenen We
gleiche Phasenunterschiede zwi
ponenten erleidet, was bewirk
benringe unter gewissen Inciden
trachtet, welche die eine oder d
scheidet, die Ringe ihr Ansehen
plementare Erscheinungen darbiet

Allein unter diesen verschied
Erscheinungen durch mehre hinzutr
vor allem durch den Einfluſs der
flexion und Refraction erzeugten
hindert, die Effecte der von Inte
larisation sicher zu erkennen.

Indeſs, da mir die Betrachtung
nungen geeignet schien, die von
ten beobachteten Polarisationseffec
ich ein specielles Experiment zu
der Nebenerscheinung möglichst b
direct nachzuweisen, daſs zwei St
die ungleich modificirt

barten Löchern wird in die Bahn des Lichts gestellt, welches von einer Quelle von kleinen Dimensionen ausgeht; hinter dem Schirm betrachte man den Ort, wo die durch die beiden Löcher gegangenen Strahlen sich treffen und zu dem schönen Farbenphänomen Anlafs geben, welches unter dem Namen Young'sche *Fransen* bekannt ist.

Man kann vor jedem dieser Löcher eins jener prismatisch zugeschnittenen Gläser anbringen, welche Fresnel'sche *Parallelepipeden* genannt werden, und in welchen das Licht zwei totale Reflexionen unter dem Winkel 54°,5 erleidet. Man beobachtet dann Folgendes.

Zunächst wenn man die beiden Prismen so stellt, dafs ihre Reflexionsebenen einander parallel sind, behalten die Fransen ihren vollen Glanz, und ihre Beschaffenheit scheint durch die totalen Reflexionen durchaus nicht geändert zu seyn.

Dreht man aber das eine Prisma um 90° um den Strahl, so dafs die Reflexionsebene desselben winkelrecht auf die des anderen zu stehen kommt, so verschwinden die Interferenzfransen gänzlich und der Punkt des Zusammentreffens beider Strahlen scheint gleichmäfsig erhellt zu seyn. Dieses Verschwinden der Fransen darf man nicht einem Mangel an Symmetrie in der Lage der Prismen zuschreiben, der etwa zufällige Gangunterschiede veranlafst hätte. Davon kann man sich leicht überzeugen durch verschiedene Prozesse, die zu beschreiben zu lang seyn würde, die indefs unter diesen Umständen erlauben, eine Gleichheit zwischen den von beiden Lichtbündeln durchlaufenen Wegen herzustellen.

Stellt man nun vor das Auge einen Zerleger und betrachtet den gleichförmig erhellten Raum, so entdeckt man darin einen merkwürdigen Zustand mannichfaltiger Polarisation. In der That zeigt eine gewisse Anzahl aequidistanter Punkte vollständig polarisirtes Licht, und wenn man den Raum von einem Ende bis zum anderen durchmustert, erweisen sich diese Punkte abwechselnd polarisirt, bald in einer Ebene, bald in der darauf winkelrechten, und die

...dere um ebensoviel nach
halbe Franse aus einander
tensität haben, genau compl

Daraus folgt, dafs das gl
nackte Auge im Felde des
Strahlen erblickt, betrachtet
Superposition zweier Systeme
polarisirt das eine nach der E
einen Prisma und das andere na
in dem andern, also nach zwei
überdiefs die Mitte der hellen
zusammenfällt mit der Mitte de
deren Systems, so sieht man,
Licht von einem einzigen der S
dafs demzufolge die Polarisation
man in der That beobachtet.

Die Erklärung der Ursache
übrigens keine ernste Schwierig
nur andeuten.

Fresnel berechnete sein Pa
Reflexionen zu dem Z
...

Wenn man nun vor den beiden Oeffnungen zwei ähnliche Parallelepipede, in um 90° verschiedenen Azimuten aufstellt, so sind die beiden Reflexionsebenen winkelrecht auf einander und demgemäfs werden die gleichnamigen Componenten eines jeden der beiden Strahlen in um 90° verschiedenen Azimuten reflectirt; sie erleiden also in Bezug auf einander die Phasendifferenz von einer Viertelwelle, welche Differenz eine Verschiebung der entsprechenden Fransen gleich einer Viertelfranse nach Seite des verzögerten Strahles mit sich führt. Allein da dieser Verzug für das eine System der gleichnamigen Componenten nach rechts und für das System vom entgegengesetzten Namen nach links stattfindet, und aufserdem diefs- und jenseits Alles gleich ist an Intensität und Phasendifferenz, so sieht man:

1) Dafs gleichzeitig vorhanden seyn müssen: ein erstes Fransensystem entsprechend der ersten Componente des Lichts und verschoben nach rechts um eine Viertelfranse, ein zweites System entsprechend der zweiten darauf rechtwinklichen Componente und verschoben nach links um ebenfalls eine Viertelfranse; von welchen Systemen man abwechselnd das eine oder das andere durch den Zerleger isolirt, wenn man ihn so stellt, dafs er nur eine Componente durchläfst.

2) Dafs diese beiden an Beschaffenheit und Intensität identischen Systeme um eine halbe Fransenbreite von einander abstehen, woraus nach den Gesetzen dieser Erscheinungen folgt, dafs sie genau complementar sind, d. h. dafs ihre Uebereinanderlage einen gleichförmig erhellten und farblosen Raum giebt, was die in diesem Fall vorhandene scheinbare Nichtinterferenz der Strahlen erklärt.

3) Dafs die Gleichheit der Intensität des Gesichtsfeldes in jedem Punkte herrührt von der Summe der beiden im Allgemeinen verschiedenen Lichtmengen, deren jede einer der beiden Componenten des angewandten natürlichen Lichts angehört und die folglich in gegen einander um 90° verschiedenen Ebenen polarisirt sind; dadurch erklären sich die verschiedenartigen Polarisationszustände, der vollständige,

ıcn beginne mit der Be
wo die erwähnten Phänon
Strahlen existirten, die an
oder anderem Material refl
wendig zwischen den directen
ten Strahlen Interferenzen ent
dafs sie zuweilen viel kleine
Ich erinnere auch daran, 1)
engen Räumen bewegen, nicht
zungsgesetze in ihrem Gange
schiedenartige Weise gebeugt w
einschlagen, die von der ursprün
nen; 2) dafs endlich das Phäno
ist von einer gewissen Phasen
componenten des Strahls und
einer halben Welle, wie aus d
Cauchy, Senarmont und J

Leicht ersichtlich ist, dafs u
Licht sich fast immer durch I
Grade polarisirt und es nur aus
Zustand behal

man durch Anwendung des Calcüls zu einigen theoretisch einfacheren Deductionen gelangen werde, die zur Aufklärung der Frage dienen würden.

Indefs kann man, wie ich versuchen werde, meistens einen gewissen hypothetischen Gang der Strahlen bestimmen, welcher den hauptsächlichsten Umständen der Erscheinungen genügt. Der Vereinfachung wegen nenne ich im Folgenden: erste Componente des Strahls diejenige, welche der Reflexionsebene parallel ist, und zweite Componente die darauf winkelrechte. Nach der Richtung der einfallenden Strahlen ist es die zweite Componente, welche den Furchen oder Spalten parallel ist; die erste ist winkelrecht darauf.

1. *Wenn die Polarisation durch Reflex parallel oder winkelrecht zu den Furchen ist.* — Die Richtung der Polarisationsebene, wenn sie den Furchen parallel ist, zeigt, dafs die erste Componente mehr oder weniger zerstört wird, und dafs die zweite bleibt.

Dieser Effect wird entstehen, wenn man annimmt, dafs die Furche, betrachtet als unendlich schmale Linie, zwei Strahlen zu dem Auge sendet, die unter gleichem Winkel eine oder mehre gemeinschaftliche Reflexionen erleiden, von denen aber der eine noch eine Reflexion mehr unter geringer Schiefe erfährt.

Man mufs, in Bezug auf die Wellenlänge, den durch die überschüssige Reflexion des zweiten Strahls herbeigeführten Gangunterschied als zu vernachlässigend betrachten, weil, wie gefunden ward, das Phänomen in Furchen entsteht, die oft eine Tiefe von weniger als $\frac{1}{3\,4\,0\,0\,0}$ Mm. haben, was eine Breite gleicher Ordnung voraussetzt. Es bleibt also als wirksam nur diejenige Phasendifferenz zwischen den beiden Componenten zu betrachten, die durch die Reflexion entsteht.

Nimmt man zur Vereinfachung die beiden Strahlen als gleich intensiv an, so ist gewifs, dafs die erste Componente durch Interferenz zerstört wird, weil die überzählige Reflexion den Verlust einer halben Welle bei dem Strahle herbeiführt,

der sie erlitten hat, und weil überdiefs bei der ersten Componente dieses Strahls keine anderweite Phasenveränderung stattfindet. Diefs gilt nicht für die zweite Componente; sie erleidet eine Phasendifferenz mehr, veränderlich an den Metallen mit dem Einfallswinkel, aber nahe gleich einer halben Welle bei schwachen Incidenzen; ihre Phasendifferenz wird also in Wirklichkeit eine Wellenlänge betragen, was eine der Bedingungen ist, unter welchen Strahlen einander verstärken. Mithin, da blofs die zweite Componente bleibt, wird das Licht nach dieser Componente, d. h. *parallel der Furche* polarisirt seyn.

Angenommen nun, die Furche sey etwas tiefer, so dafs die überzählige Reflexion des zweiten Strahls einen Gangunterschied von einer halben Welle erzeugt; alsdann mufs das umgekehrte Phänomen entstehen, blofs die erste Componente bleibt; die andere wird zerstört, d. h. das Licht wird *winkelrecht gegen die Furche polarisirt.* Diefs entspricht

flexe hauptsächlich herrühren von dem Lichte, welches an der dem Beobachter gegenüber liegenden geneigten Fläche der Furche reflectirt wird; allein dieses Licht kann auf zwei Wegen zum Auge gelangen, erstens direct, das wäre der erste Strahl, zweitens gebrochen, indem es einmal den Boden der Furche berührte, das wäre der zweite Strahl. Allein diefs setzt voraus, dafs ein beträchtlicher Theil des Lichts gebeugt worden, was eine natürliche Folge der ungemeinen Dünne des zwischen den beiden Rändern der Furche vorhandenen Raumes ist.

Diefs ist die einfachste und meiner Ansicht nach wahrscheinlichste Hypothese, obwohl es leicht seyn mag, andere etwas verschiedene zu erdenken, die zu denselben Effecten führen. Leicht ersieht man, dafs sie ohne Abänderungen auf alle polirte Körper, metallische oder nicht, anwendbar ist und die Ursache des Allgemeinen der Erscheinung angiebt.

Ich will nur noch einige Worte hinzufügen über den Vorgang in den übrigen Richtungen, wo die Polarisation weniger ausgeprägt ist und überdiefs kaum anders als bei Metallen beobachtet wird. Der Gang der beiden Strahlen scheint analog zu seyn, allein da ihre Intensitäten und die Reflexionswinkel alsdann verändert sind, so sind die Umstände zur Absonderung der zweiten Componente weniger günstig und die Polarisation, obwohl immer in demselben Sinne, wie die Beobachtung zeigt, mufs weniger ausgeprägt seyn.

2. *Polarisation winkelrecht auf den Furchen in Richtung der regelmäfsigen Reflexion.* — Dieser Effect weicht besonders darin von den vorhergehenden ab, dafs man ihn in Richtung des an dem Spiegel regelmäfsig reflectirten Strahls beobachtet, selbst wenn die Incidenz Null ist, der Strahl also in der Normale reflectirt wird. Man beobachtet ihn ferner an den feinsten Furchen, bei welchen der Gangunterschied zwischen den verschiedene Wege befolgenden Strahlen vernachlässigt werden kann. Da hier die erste Componente vorwaltend bleibt, so mufs man die Interferenz zweier Strahlen betrachten, die eine gleiche An-

zahl von Reflexionen, aber unter verschiedenen Winkeln erlitten, was auf mehre Weisen, am einfachsten auf folgende geschehen kann.

Der glänzende Boden der Furche, betrachtet als Centrum der Strahlung, kann dem Auge erstens einen an der Wand der Furche unter sehr grofser Incidenz reflectirten Strahl zusenden und zweitens einen unter geringerer Incidenz reflectirten. Man sieht, dafs in diesem Fall bei der ersten Componente ein voller Accord, und bei der zweiten ein gewisser Disaccord stattfinden wird. Letzterer wird also durch Interferenz geschwächt, ersterer verstärkt, und demzufolge wird die vorherrschende Polarisation nach der ersten Componente gerichtet seyn, d. h. *winkelrecht gegen* die Furche.

3. *Durchgang des Lichts durch Spalten, die es bald ihrer Länge nach, bald winkelrecht darauf polarisiren.* — Um die der Spalte parallele Polarisation zu erklären, er-

Hauptrolle bei diesen Erscheinungen zu spielen; indefs giebt es mehre andere analoge Combinationen, mit mehr vervielfachten Reflexionen, die dasselbe Resultat hervorbringen würden; allein ich mufs mich mit ihrer Erwähnung begnügen. Ich füge hinzu, dafs die Polarisations-Erscheinungen in der Lichtlinie, welche die im Querschnitt beobachteten Seifenblasen darbieten, sich nach denselben Grundsätzen erklären lassen, wenn man erwägt, dafs die Phasendifferenzen zwischen den beiden Componenten im Allgemeinen wenig ausgeprägt sind, was eine weniger intensive Polarisation nach sich ziehen mufs, wie die Erfahrung lehrt.

Ich werde mich nicht weiter über andere Besonderheiten dieser Erscheinungen verbreiten, die man durch derartige Betrachtungen erklären kann. Ich mufs indefs noch einige Worte sagen über gewisse anscheinend den vorhergehenden analoge Phänomene, deren Entdeckung man Arago verdankt: ich meine die Polarisation des schief von glühenden Körpern ausgesandten Lichts, so wie die viel schwächere Polarisation, welche sich zeigt, wenn man ein Blatt Papier oder eine weifse Mauer, bei lothrechter Beleuchtung, sehr schief beobachtet. Diese Erscheinungen scheinen anderer Art wie die vorhergehenden zu seyn, und ihre Erklärung mufs demnach auch eine andere seyn. Sie scheinen vielmehr mit der Polarisation durch Refraction in Beziehung zu stehen, übereinstimmend mit der allgemein angenommenen Erklärung.

Einige sonderbare, von Sir David Brewster beschriebene Erscheinungen [1]) könnten vielleicht mit den vorstehenden Principien in Beziehung stehen, wenn man gewifs wäre, dafs kein Oxydhäutchen auf den Stahlgittern existirt hätte, durch die er beobachtete.

Endlich die interessanten Phänomene der Polarisation durch Diffusion, die neuerdings Hr. Govi [2]) beobachtete, als er verschiedene Arten von Rauch in die Bahn des

1) *Compt. rend. T. XXX p.* 496.
2) *Ibid. T. LI p* 360 (Ann. Bd. CXI S. 349).

XXI. *Ueber die nähern Be*
eisens; von Freiherrn

XXI.

Der Graphit und da

Bei den Steinmeteoriten ist de
in der Kieselerde, in der Talker
in der Verbindung mit andern St
den Eisenmeteoriten scheint kein
die metallischen Massen sind im W
sen ungeachtet begegnen wir bei
einer Erscheinung, die uns hieran

Man hat in und an den Eisen
stigen Rinde, dunkle bräunlich
schwarze, vereinzelte, formlose K
in ihnen Graphit erkannt und sofo
nisse bisher gewöhnlich für mete
nommen.

Bei vieler Beschäftigung damit be
das Vermögen dieser Bestandtheile d

Ecken derselben meine Fensterscheiben ritzen konnte. — Dieſs konnte kein Graphit seyn.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung muſste sich ergeben, daſs das, was bisjetzt alles für Graphit genommen worden, aus zwei verschiedenen Substanzen bestand; die eine färbte beim Anreiben gut grau ab, schrieb auf dem Papier anstandslos, lieſs sich mit dem Messer leicht schaben und schneiden, und war *grauschwarz*, also unverkennbar Graphit, ganz so wie er auf der Erde im Urschiefergebirge lagerweise vorkommt; die andere färbte nicht ab, sprang unterm Hammer in scharfkantige Stücke, war so hart, daſs sie dem Messer Widerstand leistete, ritzte mit den Ecken Fensterglas, und war, rein gewaschen, *röthlich schwarz*.

Wir wollen beide Substanzen näher betrachten und sie nach ihren Merkmalen und deren Unterschieden prüfen und bestimmen. — *Der Graphit* ist ein längst bekannter näherer Bestandtheil der Eisenmeteoriten. In den *Steinmeteoriten* wissen wir noch wenig von ihm. Hr. Wöhler hat in *Madaras* $\frac{1}{4}$ Procent und in *Bremervörde* 0,14 Graphit gefuuden [1]); Hr. Harris in Wöhler's Laboratorium in *Kakowa* 0,15 [2]). Auf dieses wenige beschränkt sich unser Wissen über Gegenwart des Graphits in Steinmeteoriten; sicherlich ist er in vielen andern besonders im Grauen in kleinen Mengen noch vorhanden, aber bei der Analyse der Wahrnehmung entgangen. Dagegen macht er sich in den *Eisenmeteoriten* um so bemerkbarer. Schon bei dem Geruche, den viele Eisenmeteoriten bei der Auflösung in Säuren verbreiten, ist man zu schlieſsen berechtigt, daſs sie ein Eisencarburet enthalten, das sich dem Auge entzieht. Wirklicher Graphit aber tritt auf in kleinern und gröſsern Knollen, die von Mohnsaamengröſse aufsteigen bis zu Stücken, wie ich aus *Cosby* zwei, ganz freie in meiner Sammlung habe, wovon das eine nicht weniger als 34, das

1) Diese Ann. Bd. 99 S. 609 v. J. 1856.
2) Wiener Akad. Sits. v. 7. Januar 1859.

vvallnufsgröfse findet man meh
Caryfort, *Istlahuaca*, *Ocotitlan*,
Bohumiliz, *Bemdego*, *Lenarto*, *B*
grofsen *mexikanischen* Eisenblock
Shepard; im britischen Museu
auf *Sevier* und auf der 14 Zen
Otumpa; dann auf Exemplaren vo
Universitätssammlung und in der
in beiden eingefafst von weifslic
In kleineren Körpern finde ich i
in *Hauptmannsdorff*, *Cap*, *Cartha*
Herzog von Luynes, auf *Seeläsgen*
auf *Murfreesbore* (*Claiborne*). Ebe
auf welchem der Graphit in merkw
der Oberfläche liegenden, hervors
fast zwei Zoll lang, zwei bis drei L
breit; von diesen drei Seiten liegt
durch seine untere Längenseite mit
men; er liegt auf der Trias. Ohn
durch seinen Widerstand gegen die
halten. Selbst in *Pallas* fehlt freie
Blätter in *Kamtschatka* bestehen da

schön ein Abschnitt von Tennant's Eisen aus *Mexico*, das ich im Universitätsmuseum zu Berlin sah. Aber das köstlichste, was ich in der Art noch gesehen, besitzt das Universitätsmuseum zu *Göttingen*, wo Graphit auf einem *Toluca* neben Magnetkies und wohl ausgesprochenem weifslich gelbem Schwefeleisen von wulstigem Kamacit rund umhüllt in der Trias eingebettet liegen. Dieses Exemplar verdiente gezeichnet und die Zeichnung veröffentlicht zu werden.

In allen diesen Beispielen kommt der Graphit theils aufgelagert, mehrentheils aber eingelagert, in den Meteoriten vor, wo er dann in der Regel sich von der Trias rund umschlossen befindet, z. B. in Tennant's *Neumexico*, *Carifort* u. a. m.

Das specifische Gewicht habe ich an den beiläufig würfelzoll grofsen Stücken von *Cosby* gefunden = 3,564, also bedeutend schwerer als irdischer Graphit, wahrscheinlich wegen etwas Eisengehalt.

Ob der Graphit seinem *Vorkommen* nach irgend einem besondern Gliede der Trias angehöre, oder ob er überhaupt nur ein zufälliger Gemengtheil der Meteoriten sey, läfst sich für jetzt nicht beantworten. Die Gröfse, in welcher er meistentheils auftritt, durchbricht alle Lagerungsordnung in den Meteoriten. Sehr häufig erscheint er als Begleiter von Magnetkies, so namentlich in *Xiquipilco*, *Seelasgen*, *Arva*, *Cosby*, *Caryfort;* in *Ocotitlan* ist diefs ungemein klar und schön ausgeprägt; beide, Magnetkies und Graphit, sind zusammen von dem in meiner letzten Abhandlung erörterten weifslich gelben Schwefeleisen umfangen, diefs alles zusammen wieder in wulstiges Balkeneisen (Kamacit) eingehüllt und dieser seinerseits wieder mit ihm in die Trias eingebettet. An diesem Exemplare, das handgrofs ist und diese Erscheinungen in zwei Stellen zollgrofs enthält, sieht man alle die von mir auseinandergesetzten Verhältnisse in schönem Beisammenseyn; ich glaube, der Seltenheit einer solchen Vereinigung wegen, eine Skizze davon hier beifügen zu sollen. (Siehe Fig. 6 Taf. II.)

im Britischen Museum fand ich
Halbröhre auf *Seelösgen*, zwei Z
und auf *Blackmountain* in eine
Zoll Weite; ich bin jedoch der
schale dem ausgefallenen Magne
der Trias des Eisenmeteoriten,
als Ueberbleibsel finden.

Die *äufsere Gestalt* solcher
Selbstständigkeit und scheint reg
unebenen *Bruche* ist nichts als ei
neres Korn zu erkennen. Von *Sc*
tion habe ich niemals zweifelfreie
vermocht.

Hr. Haidinger im 67. Bande
giebt an, eine Pseudomorphose vo
kies auf *Arva* gefunden zu haben
aufmerksam gemacht. Er will „a
Stückchen von *Arva* die wohlbe
des Hexaëders und des Pyritoïdes,
Schwefelkies vorkommenden Würfe
ten Kanten, ganz aus Graphit besteh
wieder die Schüppchen deutlich den

wohl erwarten, dafs an demselben Meteoriten, in welchem so viel Schwefeleisen und Graphit vorkommt, auf irgend einer Stelle desselben in gleicher Form zu finden seyn würde; es ist aber nicht eine Spur wahrnehmbar. Hr. Haidinger hat auch vor nicht gar langer Zeit grofse Stücke von *Arva* zerschneiden lassen und hat aber nichts von Bestätigung jener ältern ungewöhnlichen Beobachtung verlautet. *Arva* ist durch die ganze Welt zerstreut, Niemand hat Aehnliches darauf gesehen, das jedem Mineralogen sogleich als höchst merkwürdig hätte auffallen müssen. Hr. Haidinger ist der Meinung, dafs die Wandlung durch Ablagerung von Kohlenstoff in Graphitform an die Stelle aufgelösten Schwefelkieses geschehen, und dafs der ganze Hergang kein meteoritischer, sondern ein blofs terrestrischer, ein blofser Verwitterungsprocefs sey. »Es ist wohl kaum zu begreifen,« sagt er, »dafs diese seltene Pseudomorphose während der Zeit entstand, als die Meteoreisenmassen nach ihrer Ankunft auf der Oberfläche unseres Planeten dem Einflusse unserer Atmosphäre ausgesetzt waren.« So denkt er sich das Arva-Eisen dann in seinem Schwefelkiese auf dem Erdboden theilweise durch die Atmosphärilien zersetzt, sodann irdischer Kohlenstoff irgendwoher als Graphit an dessen Stelle getreten. Es giebt kein Beispiel in der ganzen mineralogischen und chemischen Welt, wo der Kohlenstoff auf nassem Wege zu einer auch nur annähernd ähnlichen Umbildung sich hergäbe. Ich kann nicht verbergen, dafs es mir schwer wird, in diese Vorstellungsweise der Hergänge mich zu versetzen, deren Ableitung keine Klarheit zu haben scheint. Bei aller Achtung für eine Beobachtung, die Hr. Haidinger hier gemacht zu haben versichert, vermag ich mich der Besorgnifs nicht zu erwehren, dafs hier irgend ein Zufall zu Irrthum Anlafs gegeben habe. Man findet fast in allen Eisenmeteoriten Knollen von Graphit; sehr häufig ist er vergesellschaftet mit Schwefeleisen, aber dieses habe ich in so vielen Fundorten von beobachteten Fällen zwar blätterig krystallinisch, niemals aber in Eisenmeteoriten krystallisirt, und von regelmäfsigen Begränzungsflächen

eingeschlossen gefunden, nach denen sich Pseudokrystalle hätten bilden können. Ueberall in der Natur finden wir Graphit als ein Gebilde der alten agroischen Zeit; nie tritt er, ausgenommen hergeschlemmt, in der tertiären Formationszeit, geschweige jemals in den Tagesgebilden der jetzigen Erdoberfläche auf, worin man den *Arva* fand. Wenn der Graphit irgendwie ein pseudomorphoses Erzeugnifs der Neuzeit wäre, so müfste er nothwendig immer an der Oberfläche der Meteoriten liegen, durch Eisenverschlufs können Regen und Luft nicht eindringen; jenes ist aber gar nicht der Fall, man findet vielmehr die schönsten Graphitkugeln bald mit Magnetkies gepaart, bald aber ganz allein mitten in Eisenmassen gänzlich und rundum eingeschlossen von der Trias. Den schönsten und nächsten Beleg giebt der grofse neue *Mexico* der HH. Tennant und Shepard, auf dessen Hauptschnitt zwei zollgrofse Graphitkugeln mitten im Eisen inne liegend sich dem Auge präsentiren; ebenso

Nachweisung fehlt gänzlich, und Hr. Haidinger giebt uns auch nicht eine Andeutung, woher der Kohlenstoff zu seiner Pseudomorphose gekommen seyn sollte? Am wenigsten aber ist abzusehen, welche Analogie hier zwischen der feurigen Ablagerung von Graphit am negativen Pole der Bunsen'schen Säule und der angeblichen hydroelektrischen Bildung von Graphit nach Schwefelkies auf dem nassen Erdboden in den Meteoriten stattfinden solle. Dort, wo *nichts* als Kohlenstoff in der hitzigsten Action ist, und hier, wo Kohlenstoff ganz und gar fehlt.

Aus alle dem sieht man, dafs die Angabe des Hrn. Haidinger, wie ohne Beispiel für den Graphit, so ohne alle Analogie für die Meteoriten ist, und deshalb gegründete Zweifel in ihre Richtigkeit erregen mufs.

Als *Gemengtheil* des Graphits hat man öfters Eisen gefunden, aber ebenso oft auch Schwefeleisen, und es mufs dahingestellt bleiben, ob ersteres nicht überall letzterem angehörte, wo dieser sich in Graphit vorfand. Nicht selten findet man Rostflecken in meteorischem Graphit.

Die Nachforschungen über den Graphit sind bis nun fast nur in den Eisenmeteoriten gemacht worden; weitere Aufschlüsse haben wir von den Steinmeteoriten und dem darin befindlichen Graphit zu erwarten, seit man durch Hrn. Wöhler hierauf aufmerksam gemacht worden ist.

Dieses Wenige wird so ziemlich alles seyn, was wir bis jetzt über den Graphit in den Meteoriten, namentlich in den Eisenmassen, wissen, und wir können nun von diesem weichen Körper zu dem andern harten übergehen, der in den Meteoriten so oft mit ihm verwechselt worden ist.

In der vierten dieser Abhandlungen[1]) habe ich den Unterschied auseinandergesetzt, der zwischen einer *Rostrinde* und einer *Brandrinde der Meteoreisenmassen* stattfindet. Mit der ersteren haben wir vorerst hier eigentlich nichts mehr zu thun; höchstens glaube ich noch die Warnung beifügen zu müssen, dafs man auf seiner Hut seyn möge, jene bis-

1) Pogg. Ann. Bd. 103 S. 637.

weilen ziemlich hart gewordene, aus Eisenoxydhydrat bestehende, öfter festem Braunstein ähnlich gewordene Rostrinde nirgends zu verwechseln mit der Brandrinde in ihren verschiedenen Zuständen, von denen keine ein Hydrat ausmacht. Von letzterer, der Brandrinde, wollen wir nun hier Einiges in's Licht zu setzen versuchen.

Es ist längst bekannt und ich habe in verschiedenen Abhandlungen gegenwärtiger Untersuchungen zu vermehrter Deutlichkeit zu bringen mich bestrebt, wie die Feuererscheinung, welche die Meteoriten bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre begleitet und auf ihrer Oberfläche Schmelzungen hervorbringt, unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft wirkliche Verbrennungen und als deren Product oxydirtes Eisen im geschmolzenen Zustande, *Eisenglas* genannt, erzeugt, dessen wir habhaft werden. Davon habe ich ein auffallendes Beispiel an einem bei mir befindlichen Exemplare eines Eisenmeteoriten aus dem *Tolucathale* von der Gröfse einer kleinen Faust angeführt, das in

glanz an; sie konnten also kein Graphit seyn. Und als ich die Aetzung mit Salpetersäure vornahm, behielten sie diesen Glanz unverändert und wurden von der Säure, mochte sie verdünnt oder concentrirt angewandt werden, nicht im mindesten angegriffen. Sie waren meistens in seichte Buchten des Eisens eingelagert, aber an allen Stellen so fest mit demselben verbunden, dafs sie weder beim Schneiden, noch beim Poliren, noch bei der Einwirkung der Säure von dem Meteoriten losliefsen, sondern fest damit verbunden blieben, wie heterogen auch beide Substanzen seyn mochten. Ich verglich sie nun mit dem Eisenglase obigen Tolucaeisens; da ergab sich dann eine ganz vollkommene Uebereinstimmung mit demselben. Die Farbe war beiderseits die gleiche, schwarz mit Stich in's Röthliche mit etwas Nelkenbraun; Glasglanz nach der Politur; Härte zwischen Flufsspath und Spargelstein; Gestalt unbestimmt; der Oberfläche des Eisens angepafst, an welche sie angeheftet ist; Bruch uneben, feinkörnig, matt; Säuern wirkungslos auf natürlicher Oberfläche, Bruch und Politur. Die am Rande des Meteoreisens von *Claiborne* angehefteten Flecke bestanden also nicht aus Graphit, sondern aus derselben Substanz, wie die in den Spalten des Eisens aus dem Tolucathale und waren also *geschmolzenes Eisenoxyd, auf irgend einer Oxydationsstufe, das ist Eisenglas*, herrührend von der Hitze und dem Brande, denen das Eisen bei seinem Durchgange durch die Atmosphäre ausgesetzt gewesen, und nun nach Art des Emails oder Schmelzes darauf befestigt.

Bei solcher Bewandnifs war es muthmafslich, dafs dieselbe Erscheinung bei noch mehreren Eisenmeteoriten vorkommen könnte. In der That fand ich an meinem Exemplare von *Putnam* in einer Eisenbucht einen ganz gleichen Körper, mit völlig gleichem Verhalten. Er war etwa eine Bohne grofs und lag in der Vertiefung so eingebettet und auf der natürlichen Oberfläche mit der Rinde so eben ausgeglichen, dafs man von aufsen nichts wahrzunehmen im Stande gewesen. Weiter beobachtete ich ihn reichlich und schön an meinem kleinen Exemplare von *Blacknoun-*

...den, es einen Augenblic
den übrigen nähern Bestandthe
Körper zu halten; allein man k
bald man gewahr wird, dafs di
eines Meteoriten vorkommt, jedes
einen Rifs oder irgend eine Oe
in unmittelbarer Verbindung ste
ist das Eisenglas eingedrungen u
nern ausgefüllt. Man sieht die
ständigen Ausfüllung leicht ein,
dafs diese Körper, diese Planet
Raume kommend, kaum in die
brennen und mit Eisenglas umhü
davon ausgefüllt und zugeschlosse
nähe gelangt zunächst unter dem
gebracht, dann aber der *ungemesse*
werden, welche die Geschwindigkeit
die Luft ihnen bei jeder Drehung St
Der Luftdruck wird und mufs dan
der Oberfläche in die leeren Räu
sten Winkel mit enormer Gewalt
ausfüllen. Solche Winkel entsteh
welchen die M...

rasch wachsenden Luftdrucke in alle Winkel und Ritzen hineingetrieben und erstarrt alsdann darin. Die Wirkung hiervon können wir überall an vielen Eisen und Steinen beobachten und den Hergang, wie er sich zugetragen, recht augenscheinlich verfolgen. Ein gutes Beispiel giebt in meiner Sammlung ein Stück von *Bohumiliz*. Am Rande hat es ringsum erbsengrofse Fleckchen von Eisenglas in den Buchten sitzen. Diefs greift herein zackig bis in die Mitte desselben. Aber man kann auch mit dem Auge recht gut den eckigen Rifs im Eisen vom Rande herein verfolgen, durch welchen hindurch das flüssige Glas gekommen und bis in der Mitte der Eisenmasse vorgedrungen ist. Derselbe Fall kommt in *Ocotitlan* vor; ein Rifs, mit Eisenglas erfüllt, wendet sich zwischen den Balken des Kamacits durch bis in die Mitte hinein. — *Bemdego* hat mehrere winklige Spalten; eine davon reicht bis zur Mitte; alle sind mit Eisenglas ausgefüllt, das in Randwinkeln bohnengrofse Füllungen macht. In feinen Rissen von aufsen nach innen hereingeschlichen gewahrt man es in *Schwetz* und in *Senegal*. In *Ashville*, das sich gern blättert, drängt es sich zwischen die Lamellen des Balkeneisens an zahlreichen Stellen. Aehnliches kommt bei *Manji* vor. Dieser Meteorit, wovon ich ein Stück von 17 Pfunden besitze, läuft in eine langgezogene Spitze aus, die leider oben einen kleinen Abschnitt verloren hat; zwischen die dahin auslaufenden Balkeneisenspitzen sieht man reichlich das Eisenglas schwarz eingedrungen. *Zacatecas* giebt ein eigenthümliches Beispiel; mitten in einem Fragment desselben erscheint auf der schwach geätzten Schnittfläche ein schwarzer grellglänzender Ring, unrund etwas in die Länge gezogen wie eine gespickte Oehse, der aus Eisenglas besteht. Er hat von unten auf einen engen Canal, durch welchen er von aufsen her sich füllte. Von *Arva* besitze ich Exemplare, die fleckweise rund um die Schnittfläche davon etliche Linien dick eingefafst und zahlreiche Risse damit ausgefüllt sind. Auf *Bata* sitzt ein zolllanges Stück Magnetkies auf einer Aufsenseite; entlang ist diefs mit schönem glänzendem Ei-

die Gewalt des Schnittes
Exemplar von *Durango* in
mit kleinen Rissen durchzoge
zer Brandrindensubstanz. —
Da ich letzten Sommer in de
teoritensammlungen von Euro
nen zu lernen, einen Ausflug
land, dann durch Süd- und Nor
Gelegenheit, die Erscheinung
len Meteoriten und unter manc
den zu beobachten. Bei Hrn.
ich den schönen grofsen (an H
zwei Zentner schweren Eisenmet
mexico. In zwei Hälften zersch
nem aufserordentlichen Reichthu
weifslichgelbem Schwefeleisen a
dern des ganzen Schnittes treten
die mit Eisenglas angefüllt waren,
läufig eben so grofsen, ebenfall
tenen *Claiborne*. In gleicher W
tig festsitzenden Flecke Eisengla
dadurch losgelöst zu werd
der

neca Fleckchen von Eisenglas, in letzterem zum Theil eingedrungen in Ritzen des Eisenkörpers. Im *Jardin des Plantes* zu Paris fand ich es auf *Putnam*, auf *Madoc*, wo es sich in die Risse des Eisens vergabelt, und auf einem unbekannten Meteoriten ohne Fallort mit den Worten *fer natif* bezeichnet. In der *Ecole des Mines* daselbst ebenfalls auf *Madoc*, wo es längs der Rinde hinläuft. In der Sammlung des Herzogs von Luynes zu *Dampièrre* an mehreren Stellen auf *Seeläsgen*. Bei Hrn. Nevill zu *Woodberry* bei London auf *Union und Blackmountain*. In dem reichen britischen Museum sah ich das Eisenglas auf vielen Eisenmeteoriten vorkommen; auf *Durango* dringt es da und dort bis zwei Linien tief ein; auf *Otsego, Union, Robertson, Seneca, Marshall, Madoc* finden sich überall auf der Rinde Eisenglasfleckchen vor. Auf dem schönen dortigen *Lockport* liegt es auf Magnetkies. Auf *Arva* sieht man es dort an vielen Stellen, theils durchschnitten und festgeblieben, theils reichlich ausgebreitet, theils in Risse eingedrungen; ebenso auf zahlreichen Stellen im Umfange von *Claiborne*. In den regelmäfsigen Rissen von *Blackmountain* bei Hrn. Nevill sah ich es überall tief zwischen das Eisen eingedrungen, stellenweise sehr gedrängt und in die feinsten Spitzen hineinlaufend. Dann hat das britische Museum an *Guildfort* noch ein kleines Eisenstückchen, welches die Aufmerksamkeit durch drei parallele Streifen von Eisenglas auf sich zieht, welches zwischen parallelen Kamacitbalken eingedrungen ist und sich zwischen ihnen auskeilt. Endlich sah ich zu Paris in den Händen des damals dort zufällig anwesenden Hrn. Shepard ein Stückchen *Blackmountain*, das er nach Wien an die kaiserliche Schatzkammer verkauft hatte und das nun dort liegen wird, am Rande reichlich mit Eisenglas versehen, welches stellenweise auch zwischen das Eisen eingedrungen ist.

Diese zahlreichen Fälle, über die Mehrzahl der Eisenmeteoriten ausgebreitet, führten zu dem Wahrscheinlichkeitsbeweise, dafs die Erscheinung des Eisenglases eine für die Eisenmeteoriten allgemeine ist und dafs, wenn wir sie auch

nicht überall vorfinden, sie doch kaum auf einem derselben gänzlich fehlen wird. Jeder Meteorit durcheilt mit planetischer Geschwindigkeit die Atmosphäre; keiner ist beobachtet worden, der ohne Feuererscheinung aufgetreten wäre; auch nicht einer ist bis jetzt gefunden worden, der die Wirkungen erlittenen heftigen Feuers nicht mehr oder minder stark an sich trüge; — *das Eisenglas muß also auf den Eisenmeteoriten als ein beständiger Begleiter, als eine wohl nie fehlende chemische Verbindung betrachtet werden*, welche sich, wie ich in meiner oben angeführten Abhandlung bereits mit Umständlichkeit dargethan habe, durch Oxydation und Schmelzung beim Fluge durch die Luft mit Nothwendigkeit erzeugt und *den wesentlichsten Theil der Brandrinde ausmacht.*

In einzelnen Fällen habe ich das Eisenglas in den Buchten der Eisenmassen *parallel gebändert* eingelagert gefunden, ähnlich wie Agat oder Onyx. Dieſs sah ich nicht allein in Spalten des Eisens, wie auf *Cap* bei Hrn. Nevill, sondern auch auf ziemlich flachen Zellen, namentlich auf *Claiborne*. Man sieht dann deutlich, wie die Ausfüllungsmaterie flüssig war und sich Schicht um Schicht aufgesetzt hat, letzteres wohl in Folge der Umdrehungen des Meteoriten während seines Fluges durch die Luft. Bisweilen löst sie sich sogar blätterig ab, z. B. von *Bata*, von *Claiborne* und von *Cap* in einem Exemplare bei Hrn. Nevill zu *Woodberry*, wo blättriges Eisenglas keilförmig eine Spalte ausfüllt.

Wir kommen nun an die Betrachtung der dem Entwickelten entsprechenden Erscheinungen in den Steinmeteoriten. Die Verwicklung wächst hier; ihre Auseinandersetzung wird deshalb den Gegenstand einer besondern Abhandlung ausmachen, die demnächst folgen soll.

Rückblick.

1) Es kommen auf und in den Meteoriten, besonders den Eisenmeteoriten, gewisse dunkle knollige Körper vor, die sich zunächst abtheilen lassen in weiche, zer-

reibliche, und sind dann Graphit, und in steinharte, spröde, welche sich als geschmolzenes oxydirtes Eisen, als Eisenglas, ausweisen.

2) Der meteoritische Graphit findet sich vorzugsweise reichlich in Eisenmeteoriten bis zu Stücken von einem halben Pfunde und mehr. In Steinmeteoriten ist er bis jetzt nur selten und auch dann nur sparsam beobachtet worden.

3) Er macht sehr häufig einen unmittelbaren Begleiter des Magnetkieses aus, und ist seinerseits wieder oftmals umfangen von weifslichhellem Schwefeleisen.

4) Er ist innerlich amorph und äufserlich formlos. Die Annahme des Hrn. Haidinger von Afterkrystallen desselben nach Schwefelkies erscheint nicht zureichend begründet. Sein specifisches Gewicht erhebt sich bei *Cosby* auf 3,564.

5) Das Eisenglas der Meteoriten ist dunkel röthlich schwarz mit einem Stich ins Nelkenbraune; hart zwischen Flufsspath und Spargelstein, spröde, auf dem Bruche matt und nimmt eine schöne satte glänzende Politur an, auf der es von Salz- und Salpetersäure nicht angegriffen wird.

6) Es haftet häufig so fest am Eisen wie künstlich aufgeschmolzenes Email auf Metallen.

7) Es findet sich theils klümpchenweise auf der Oberfläche der Eisenmeteoriten, theils ist es eingedrungen in ihre Höhlungen und Risse. Bisweilen trifft man es da gebändert an.

IV. *Bestimmung der magnetischen Vertheilung in cylindrischen Stahlstäben mittelst Magneto-Induction; von K. Rothlauf.*

1. In jüngster Zeit habe ich an der Sternwarte zu Bogenhausen eine Reihe von Messungen über die magnetische Austheilung in cylindrischen Stahlstäben von verschiedener Länge vorgenommen und die gewonnenen Resultate nebst ausführlicher Angabe der Beobachtungsmethode und der zum Grunde gelegten Rechnungen in einer eigends gedruckten Schrift [1]) bekannt gemacht. Der Umstand, dafs Theorie und Erfahrung in diesem physikalischen Probleme noch nicht zur erwünschten Uebereinstimmung gebracht wurden, mag es nicht für überflüssig erscheinen lassen, diese Untersuchungen hier im Auszuge mitzutheilen.

Die Bestimmung der magnetischen Austheilung in Stahlstäben wurde in experimenteller Beziehung nach den verschiedensten Methoden versucht, welche sich im Principe auf folgende zurückführen lassen:

1) Beobachtung der Schwingungen an einer dem Stabe gegenüberstehenden kleinen Magnetnadel.

2) Ablenkung einer beweglichen Nadel mittelst des zu untersuchenden Stabes.

3) Abreifsen eines auf den Stab gelegten Ankers.

4) Erregung magneto-elektrischer Ströme in einer Drahtrolle [2]).

Unter diesen Methoden bietet für diese specielle Untersuchung — der magnetischen Austheilung nach der *Länge* des Stabes — ohne Widerstreit die letztere wegen ihrer Einfachheit und der Präcision der Beobachtungen die meisten Vorzüge.

1) Ueber Vertheilung des Magnetismus in cylindrischen Stahlstäben.

2) In die erste Methode sind die Versuche von Coulomb und Kupffer, in die zweite die von Hansteen, in die dritte die von vom Kolke, Lamont, Dub, in die vierte die von van Rees einzureihen.

2. Van Rees [1]) brachte dieselbe bei Stahlmagneten zuerst in Anwendung und zwar aus folgender Veranlassung: Derselbe zeigte nämlich im 70. Bande dieser Annalen, dafs bei der bekannten Relation zwischen freiem und wahrem Magnetismus — nach welcher jener als der negative Differentialquotient des wahren Magnetismus in Bezug auf die Entfernung desselben von der Mitte des Stabes aufzufassen ist — die Gleichung einer Kettenlinie von der Form $Z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ für den wahren Magnetismus resultiren mufs, wenn die Biot'sche Gleichung $y = -A\mu'(\mu^x - \mu^{-x})$, wo y den freien Magnetismus darstellt, als richtig vorausgesetzt wird. Um diese Gleichung an der Erfahrung prüfen zu können, hatte er Bestimmungen für den wahren Magnetismus nöthig, welche er dadurch zu erhalten glaubte, dafs er eine Drahtrolle von verschiedenen Punkten des Stabes aus weit über denselben hinweg schob und den Inductionsstrom mafs. Bezüglich der Stromstärke und des inducirenden Magnetismus nahm derselbe eine einfache Proportionalität an, wodurch der gemessene Strom als das Maafs für die Summe des freien Magnetismus galt, über welchen die Rolle hingleitete, und schlofs aus oben erwähnter Relation, dafs die Summe freien Magnetismus, über welchen die Rolle hingleitet, gleich sey dem *wahren* Magnetismus an der Stelle, von welcher die Rolle ausgeht.

Nun läfst sich aber durch Rechnung nachweisen, dafs die genannte Summe freien Magnetismus gleich ist der *Differenz* zwischen dem wahren Magnetismus an dem Punkte, von welchem die Rolle ausgeht, und dem wahren Magnetismus am Ende des Stabes, woraus folgt, dafs der Inductionsstrom der erwähnten Differenz, aber nicht dem wahren Magnetismus an der von van Rees bezeichneten Stelle proportional gesetzt werden könnte. Eine Bestimmung für den wahren Magnetismus am Ende des Stabes erhielt van Rees nicht, folglich geben dessen Bestimmungen das richtige Verhältnifs des wahren Magnetismus an den einzelnen

1) Pogg. Ann. Bd 74.

Punkten ebenfalls nicht, da ja nach seiner Schlufsfolgerung der wahre Magnetismus am Ende gleich Null seyn mufste. Gleichwohl war van Beek im Stande, mit Hülfe dieser Differenzen seinen Zweck zu erreichen, da die Natur einer Curve, wenn alle Ordinaten derselben um dasselbe Stück vermehrt oder vermindert werden, sich nicht verändert.

3. In dem eben beschriebenen Verfahren liegt jedoch noch eine Unrichtigkeit, welche von einiger Bedeutung für die nach obiger Art ausgeführten Bestimmungen ist und da, wo es sich um die Angabe der wahren Intensitätsverhältnisse handelt, von sehr grofsem Einflusse sich zeigt. Der Grund liegt in obiger Voraussetzung, dafs Stromstärke und die Summe des inducirenden Magnetismus, über welchen die Rolle hinweggleitet, proportional zu setzen seyen. Die Richtigkeit dieser Voraussetzung ist nur dann einleuchtend, wenn man mit einer einzigen Drahtwindung experimentirte und wenn nur die unter der Wirkung liegenden Punkte inducirend wirken würden. Diese Fälle sind aber hier nicht vorhanden, denn man hat stets eine Rolle anzuwenden, aufserdem äufsert sich die Magneto-Induction auch in die Ferne, so dafs die Wirkungsverhältnisse sich ändern, wenn die Rolle an das Ende des Stabes kommt, weil rechts und links von derselben nicht mehr gleichviel magnetische Punkte vorhanden sind.

Es hat schon Coulomb bei seinen Schwingungsversuchen darauf aufmerksam gemacht:

1) Dafs die Beobachtungen nur dann als das Maafs des Magnetismus für den der Nadel gegenüberliegenden Punkt gelten können, wenn die Curve der magnetischen Vertheilung innerhalb der Wirkungssphäre mit einer geraden Linie vertauscht werden darf, und

2) Dafs die einzelnen Beobachtungen nur dann vergleichbar seyen, wenn über und unter der Nadel gleichviel magnetische Punkte sich vorfinden, weshalb am Ende des Stabes die Beobachtungen um mehr als das Doppelte zu vergrösern seyen, wenn ein richtiges Verhältnifs der magnetischen Intensität herauskommen sollte.

Nicht anders ist es bei diesen Experimenten. Setzt man die Stromstärke einfach proportional dem inducirenden Magnetismus, so sind beim Abschieben einer Rolle über das Ende hinaus alle Beobachtungen gröfser als die Differenz zwischen dem Magnetismus an dem Punkte, von dem die Rolle ausgeht und an dem Ende des Stabes, weil die Induction am Ende den Magnetismus im Verhältnisse zu den vorausgehenden Punkten zu klein angiebt, wie es auch die folgenden Beobachtungen und Berechnungen unzweideutig erkennen lassen. Wäre nun dieser Fehler bei allen Beobachtungen constant, so würde derselbe, wie schon erwähnt, für die Natur der Curve gleichgültig seyn; allein wenn die Rolle in den dem Ende nahe gelegenen Punkten ausgeht, wird dieser Fehler veränderlich, mithin werden auch die Bestimmungen am Ende mit den vorhergehenden nicht vergleichbar. Wollte man also irgend eine Gleichung an den von van Rees angestellten Versuchen prüfen, so müssen die Endbestimmungen vernachlässigt oder vorerst entsprechend corrigirt werden.

4. Von welcher Wichtigkeit die Berücksichtigung der magnetischen Vertheilung für diese Messungen ist, mag folgende von van Rees selbst gemachte Erfahrung zeigen. Derselbe sagt in seinem Aufsatze (Bd. 74 S. 219 Anmerk.):

»Der Theorie zufolge müfste der Inductionsstrom der nämliche seyn, sey es, dafs die Spirale von der Mitte des Magnets über den Nordpol oder über den Südpol abgeschoben würde. Ich fand aber durchgängig die Ablenkung der Nadel in diesen beiden Fällen mehr oder weniger ungleich, ohne den Grund dieser Abweichung auffinden zu können.«

Die Erklärung dieser Erscheinung ergiebt sich aber mit Rücksicht auf magnetische Vertheilung in folgender Weise:

Der Magnetismus ist in beiden Hälften des Stabes ganz gleich, nur die Ausbreitung kann in manchen Fällen eine unsymmetrische seyn. Denkt man sich nun die zwei gleich langen Schichten an den Enden des Stabes, welche noch eine merkliche Induction auf die Rolle ausüben, wenn sie

sich schon aufserhalb des Endes befindet und deren Magnetismen nahezu den letzten Ordinaten in den Vertheilungscurven gleich gesetzt werden können, so mufs wegen des verschiedenen, in diesen Schichten befindlichen Magnetismus die inducirende Wirkung an beiden Enden eine verschiedene seyn. Wenn also die Rolle von der Mitte aus über den Stab hingeschoben wird, so gleichen sich die Wirkungen bis zu einer gewissen Entfernung vom Ende in beiden Hälften aus, denn wenn in der einen Hälfte anfangs der kleinere Magnetismus vorhanden war, so tritt gegen das Ende hin gröfserer Magnetismus auf. Zieht man aber noch die Rolle weiter über das Ende hinaus, so tritt jetzt der erwähnte Unterschied der Wirkungen ein und scheint einen gröfseren Magnetismus in derjenigen Hälfte anzuzeigen, in welcher am Ende der gröfsere Magnetismus sich befindet.

5. Nach Darlegung dieser Thatsachen wird man einsehen, dafs bei diesem Wege auf die richtige Bestimmung des Magnetismus an den Endpunkten eines Stabes verzichtet werden mufs. Wenn man dagegen erwägt, dafs nach dem jetzigen Stande der Forschung die Kenntnifs der magnetischen Vertheilung am Ende den wichtigsten Theil bildet, da in allen Bestimmungen seit Coulomb die erwähnten Verhältnisse unberücksichtigt blieben, so dürften die folgenden Resultate, welche mittelst dieser scharfen Methode und durch entsprechende analytische Verfolgung der Inductionswirkung gewonnen wurden, nicht ohne Interesse seyn. Die Bestimmungen beziehen sich auf den freien Magnetismus, wozu die Versuche so eingerichtet waren, dafs sich eine sehr kleine cylindrische Rolle von verschiedenen Punkten der cylindrischen Stäbe aus um einen sehr kleinen Weg auf denselben hinbewegte. Die Bewegung dieser Rolle, welche an einem langen Hebelarme angebracht war, geschah mit Hülfe einer starken Feder und wurde arretirt mittelst einer Schraube, welche zugleich zur Regulirung des von der Rolle zu durchlaufenden Weges dienlich war. Um die Versuche an verschiedenen Stellen der Stäbe [illegible]tellen, wurden dieselben auf eine Schiene geklemmt,

welche durch eine lange und fein geschnittene Schraube fortbewegt werden konnte. Die erste Einstellung geschah stets so, dafs die mittlere Windung der Rolle in der Mitte der Bewegung auf das Ende des Stabes traf. Nach jeder Bestimmung wurde der Stab um eine constante Länge, welche in Umgängen dieser letzten Schraube ausgedrückt werden konnte, fortbewegt. Ein Umgang der Schraube entsprach 0,762 p. Linien; die übrigen Dimensionen waren folgende: Länge der Rolle = 3,3 p. Linien, Durchmesser der äufseren Windung = 3,6 Linien, der inneren = 2 Linien, Dicke der Stäbe = 1,74 Linien, Länge des von der Rolle durchlaufenen Weges = 3 Schraubenumgängen. Die schwachen Inductionsströme wurden mit einem feinen Galvanometer, versehen mit Spiegelablesung, gemessen.

6. Die Grundzüge der Berechnung lassen sich in Folgendem klar machen. Ist ds ein Element der Drahtwindung, mdy der Magnetismus irgend eines Elementes dy, ϱ die gegenseitige Entfernung, v die Geschwindigkeit mit der das eine oder das andere bewegt wird, ϑ der Winkel, den das Drahtelement mit der nach m gezogenen Verbindungslinie macht und ψ der Winkel, welchen die Normale auf der durch ds und m gelegten Ebene mit der Richtung der Bewegung macht, so ist die in der Zeit dt erregte elektromotorische Kraft $= k \frac{m\,dy\,ds}{\varrho^2} \sin\vartheta \cos\psi v\,dt$.

Da nun $v\,dt$ gleich dem Differentiale des Weges dw ist, so wird die Gleichung für das Differential des Stromes mit Hinweglassung der Constanten:

$$dJ = \frac{m\,dy\,dw\,ds}{\varrho^2} \sin\vartheta \cos\psi.$$

Soll nun die Wirkung berechnet werden, welche ein bestimmtes Längenstück eines Linearmagnets auf eine einzige Kreiswindung ausübt, wenn sich dieselbe um eine gewisse Länge in senkrechter Stellung auf demselben hinbewegt, so schlägt man folgenden Weg ein:

Man zähle alle Veränderlichen von dem Punkte aus, welchen die Windung in der Mitte der Bewegung trifft,

sey durch die Form $\mu(1+$ Magnetismus in der Mitte de Weges bedeutet, so zerfällt rentialgleichung in drei The Schwierigkeiten darbieten. M der Form:

$$\frac{J}{2\pi\mu} = P +$$

Diese drei Doppelintegrale b und natürlichen Logarithmen, s Gränzen $w = -c$ bis $+c$ un mittleren Theilen des Stabes, w die positive Gränze für y bei v verschieden wird. P und B sin y und w, während A eine gerad fällt also in den mittleren Thei auch erwartet wurde, tritt ab auf. Ueberhaupt kann diese Da fertigung der oben erwähnten S

7. Nach diesem einfachste inducirende Wirkung eines cyl Kreiswindung, denke sich jedo senkrechten C

wo ds' ein Längenelement dieses kleinen Kreises vom Radius r ist. Bezeichnet man ferner mit φ den Winkel, welchen die zu den Elementen ds und ds' gehörigen Radien mit einander bilden, so wird:

$$\varrho^2 = (y - w)^2 + R^2 + r^2 - 2Rr\cos\varphi.$$

Bei der Bedeutung von ϑ nnd ψ wird nach einer sphärischen Analogie:

$$\sin\vartheta\cos\psi = \frac{R - r\cos\varphi}{\varrho},$$

folglich wird:

$$dJ = dw\,dy\,m\,ds\,ds'\,\frac{R - r\cos\varphi}{\varrho^3},$$

wo m die in No. 6 angegebene Function von y bedeutet.

Die Integration nach ds' giebt $2r\pi$, da wegen der symmetrischen Lage die Wirkung jedes Elementes ds' auf die ganze Wirkung dieselbe ist. Gröfsere Schwierigkeiten bietet das Integral:

$$\int \frac{(R - r\cos\varphi)\,R\,d\varphi}{\varrho^3}.$$

Dieses Integral besitzt einige Aehnlichkeit mit dem in der Attractionstheorie vorkommenden elliptischen Integrale, ist jedoch noch complicirter durch das Auftreten des Summanden $(y - w)$ in ϱ. Man wird also vor Allem darnach trachten, den Nenner unter dem Integralzeichen in die Form $(1 - 2q\cos\varphi + q^2)^{\frac{3}{2}}$ zu bringen.

Dieses kann auf folgende Weise geschehen. Man setzt in der Gleichung für ϱ:

$$R^2 + r^2 + (y - w)^2 = R^2 a^2 + \frac{r^2}{a^2},$$

wo a als Function der Veränderlichen $(y - w)$ anzusehen ist. Dadurch bekommt ϱ^3 die Form:

$$R^3 a^3 (1 - 2q\cos\varphi + q^2)^{\frac{3}{2}},$$

wenn man $\frac{r}{Ra^2} = q$ setzt.

Der Zähler in obigem Integrale kann umgeändert werden zu dem Ausdrucke:

$$\frac{}{Ra} \int \left[\sqrt{a^2} - \frac{1}{2} - \right.$$

wo man sich jetzt unter ϱ d
zu denken hat.

Dadurch ist das Integral
rückgeführt; dieselben sind u
nussen der Vielfachen von
wieder unendliche Reihen si
steigen und für q kleiner als
beide Integrale zu nehmen sin
ben nur die ersten Coëfficient
obiges Integral die Form beko

$$\frac{2\pi}{Ra}\left[\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{2}\,\frac{r^2}{R^2 a^4} - \frac{1}{2}\right)\right.$$

wo Q der Kürze wegen den
vorzustellen hat.

Sonach erhält man durch In
gleichung:

$$J = 4\pi^2 \frac{r}{R} \iint$$

Die von y und w abhängige F
wenig integrirbar als die früher
Werthe

in welchem H der Radius der Windung für den gedachten Linearmagnet, K eine Constante, $f(y')$ eine noch unbekannte Function und $\varrho'^2 = H^2 + y'^2$ ist.

Dieses führt nun zu der Bedingungsgleichung:

$$\frac{Q}{a} = \frac{KH^2}{\varrho'^3} + f(y').$$

Denkt man sich den Magnetismus des Kreisumfanges im Mittelpunkte vereinigt, d. h. nimmt man den Linearmagnet in der cylindrischen Axe an, so mufs der Radius der Windung, im Fall die Wirkung nahe dieselbe seyn soll, entsprechend verkürzt werden. Man sieht leicht ein, dafs der Werth von H, welcher den cylindrischen Stab am besten ersetzen soll, so beschaffen seyn, dafs der Ausdruck $\frac{Q}{a}\varrho'^3$ nahezu constante Werthe giebt. Durch Versuche wurde gefunden, dafs ein Werth für $H' = R^2 - r^2$ diese Bedingung ziemlich nahe erfüllt. Zur Beurtheilung der hierdurch erreichbaren Genauigkeit lasse ich die unter dieser Annahme berechnete Tabelle folgen, in welcher der Radius R als Einheit angenommen ist.

Werthe von a^2	Werthe von $\frac{Q}{a}\varrho'^3$ für $r =$		
	0,5	0,6	0,7
1	0,8090	0,7221	0,6163
1,125	0,7635	0,6557	0,5245
1,250	0,7379	0,6185	0,4772
1,375	0,7196	0,5968	0,4520
1,500	0,7096	0,5839	0,4380
1,750	0,6991	0,5714	0,4253
2,000	0,6953	0,5677	0,4241
3	0,6989	0,5746	0,4360
4	0,7129	0,5852	0,4492
5	0,7127	0,5936	0,4570
6	0,7180	0,5999	0,4662
7	0,7218	0,6051	0,4720
8	0,7248	0,6083	0,4763
9	0,7270	0,6119	0,4795
10	0,7288	0,6141	0,4819

In Erwägung, dafs die entfernteren Theile sehr wenig ausgeben, wird man den Werth von KH^2 in der Nähe der

iunction wird man nach y' in
von y' dem Werthe KH^2 ent
sind für die mittleren Theile
und von gleicher Gröfse nach
dagegen wird das Verhältnifs
die Bewegung der Windung, v
genblicke die y' zu zählen sind
und die Gränzen darnach anpa

Hat man statt einer einzige
ist deren Dicke und Länge z
von mir gebrauchten Rolle wa
auf einander gelegt. Für diese
kommen, die Berechnung für je
men und die erhaltenen Result
der Länge schlug man folgenden

Denkt man sich für jede W
geführt, so bekommt man in der
bes ebensoviele Gleichungen, v
Bedeutung von μ und β von ei
ihrer Summation erhält man so
μ und β, welche auf die für die
den μ und β zurückkommen. I
rechnungsart

8. Mit Befolgung dieser Grundsätze ergaben sich bei den oben angegebenen Dimensionen des Apparates folgende Gleichungen:

$$\mu_1 = \frac{J \,.\, 1{,}9990}{[1 - \alpha\, 0{,}8496 + \beta\, 1{,}6803]}$$

$$\mu_2 = \frac{J \,.\, 1{,}0638}{[1 - \alpha\, 0{,}1512 + \beta\, 1{,}4325]}$$

$$\mu_3 = \frac{J \,.\, 1{,}0053}{[1 - \alpha\, 0{,}0243 + \beta\, 1{,}5852]}$$

$$\mu_4 = \frac{J}{[1 + \beta\, 1{,}6812]}.$$

μ bezieht sich auf den Magnetismus am Ende des Stabes; die Entfernung je zweier μ beträgt 3 Schraubenumgänge = 2 Einheiten = 2,286 p. Linien. In den Berechnungen wurde angenommen, dafs sich die Induction auf 6 Einheiten erstreckt, nachdem Versuche zuvor ergeben hatten, dafs bei einer Distanz der Rolle von dem Ende = 10 Umgängen sich noch eine kleine Bewegung der Galvanometernadel zeigte. Die Gröfsen α und β, deren Kenntnifs die richtige Bestimmung des Magnetismus eigentlich voraussetzt, wurden durch successive Annäherung gewonnen, wobei als erste Approximation die Beobachtungen selbst mit Ausnahme des Endwerthes, der verdoppelt wurde, für den Magnetismus gesetzt wurden; diese Operation wurde am Ende des Stabes viermal wiederholt. Im Nachstehenden sind nun die Ergebnisse der Beobachtung und Rechnung niedergelegt.

Magnet I. Länge = 10 p. Zoll, Dicke = 1,74 p. Linien.

Entfernung vom Ende	Ablenkung		Magnetische Intensität		Mittel	Kettenlinie	Abweichung
	N. Pol	S. Pol	N. Pol	S. Pol			
0	27,64	27,60	74,36	75,17	74,76	32,03	−42,73
2	31,95	31,05	28,41	27,43	27,92	28,52	+ 0,62
4	26,78	25,10	27,16	25,22	26,19	25,39	− 0,80
6	23,54	22,00	23,51	21,90	22,70	22,60	− 0,10
8	20,44	19,30	20,34	19,09	19,71	20,08	+ 0,37
10	18,00	17,84	17,99	17,79	17,89	17,88	− 0,01
12	15,67	16,57	15,56	16,66	16,11	15,91	− 0,20
14	13,84	14,88	13,71	14,89	14,30	14,14	− 0,16
16	12,74	13,07	12,75	13,02	12,88	12,55	− 0,33
18	11,37	11,73	11,37	11,75	11,56	11,13	− 0,43

32	5,10	4,25	5,10
34	4,37	3,45	4,36
36	3,74	2,44	3,74
38	2,90	2,00	2,90

Magnet II. Länge = 10 p. Z

0	25,37	26,90	69,57
2	28,00	29,60	24,23
4	23,00	23,87	23,71
6	20,00	20,85	19,99
8	18,07	18,47	17,96
10	16,27	16,13	16,27
12	14,38	14,54	14,31
14	12,90	13,10	12,86
16	11,48	11,17	11,46
18	10,17	9,50	10,15
20	8,84	7,90	8,79
22	7,87	6,77	7,88
24	6,64	5,90	6,61
26	5,63	4,70	5,60
28	4,64	3,95	4,57
30	4,20	3,10	4,20
32	3,40	2,54	3,40
34	2,70	1,60	2,70
36	1,87	0,85	1,87

Magnet III. Länge = 8 p. Zol

0	22,50	24,57	60,91
2	25,47	28,40	22,63
4	20,60	22,67	20,67
6	18,03	19,20	17,98
8	15,83		

Magnet IV. Länge = 4 p. Zoll, Dicke = 1,74 p. Linien.

Entfernung vom Ende	Ablenkung		Magnetische Intensität		Mittel	Kettenlinie	Abweichung
	N. Pol	S. Pol	N. Pol	S. Pol			
0	18,55	16,34	51,76	45,56	48,66	25,74	—22,92
2	19,71	16,96	17,38	14,80	16,09	18,37	+ 2,28
4	13,95	12,05	13,94	11,81	12,87	13,10	+ 0,23
6	10,34	8,67	10,20	8,46	9,33	9,33	+ 0,00
8	7,29	6,20	7,21	5,70	6,45	6,62	+ 0,17
10	4,63	4,85	4,52	5,01	4,76	4,68	— 0,08
12	2,40	3,43	2,40	3,43	2,91	3,26	+ 0,35

9. Diesen Bestimmungen sind folgende Erläuterungen beizufügen:

Die Stahlcylinder waren nicht besonders bearbeitet, besafsen also nur diejenige Härte, welche die Drähte durch die Operation des Ziehens erlangen. Die Magnetisirung geschah auf gewöhnliche Weise, nämlich durch öfteres Streichen mit zwei Magneten, von denen jeder in diesem Falle 25 Pfund wog. Nach der Magnetisirung blieben sie einige Tage liegen, wodurch sie um Weniges nachliefsen. Die Aufstellung geschah in einer zum magnetischen Meridian senkrechten Lage, so dafs eine durch den Erdmagnetismus bewirkte Veränderung nicht zu befürchten stand. Die angegebenen Ablenkungen sind das Mittel aus drei Beobachtungen, welche selten mehr als 0,3 von einander abwichen.

Bemerkenswerth ist hier der Umstand, dafs mit Berücksichtigung der magnetischen Vertheilung die wahren Werthe am Ende fast dreimal so grofs als die Beobachtungen werden, während Coulomb der Meinung war, dafs diese nur um Weniges über das Doppelte zu vermehren seyen. Um meine Beobachtungen mit früheren vergleichen zu können, wurden dieselben an der Gleichung der Kettenlinie geprüft, wozu die Constanten nach der Biot'schen Methode blofs aus zwei Werthen des Mittels mit Umgehung der Endwerthe berechnet wurden. Es ergiebt sich das übereinstimmende Resultat, dafs die Kettenlinie bis zu einer gewissen Distanz vom Ende die Vertheilung mit ziemlicher

Genauigkeit darstellt, gegen das Ende hin aber von der Erfahrung abweicht. Die regelmäfsige Folge der Zeichen in den Differenzen, welche schon van Rees an seinen Stäben bemerkte, ist auch hier vorhanden. Die grofse Differenz des Endwerthes hat wohl ihren Grund in dem nach Aufsen freien Querschnitt, an welchem der ganze *wahre* Magnetismus auftritt.

In obigen Tabellen zeigte sich gegen das Ende der Stäbe hin ein von früheren Bestimmungen ganz abweichendes Verhältnifs; während nämlich die Beobachtungen ähnlich den früheren wachsen mit zunehmender Differenz, geben hier die berechneten magnetischen Intensitäten ein Wachsen mit abnehmender Differenz, welches auf eine Aenderung in der Krümmung der Vertheilungscurve hindeutet. Dieses Resultat scheint die schon von Hrn. Prof. Lamont ausgesprochene Ansicht zu bestätigen, dafs in dem Gesetze der Vertheilung wegen des am Ende freien Querschnittes Modificationen in der Nähe desselben auftreten müssen,

V. *Ueber die zehnjährige Periode in der täglichen Bewegung der Magnetnadel, und die Beziehung des Erdmagnetismus zu den Sonnenflecken; von Dr. Lamont.*

Da nun ein Decennium verflossen ist, seitdem ich das Vorhandenseyn einer zehnjährigen Periode in der täglichen Bewegung der Magnetnadel zum erstenmale in diesen Annalen nachgewiesen habe, so dürfte es angemessen erscheinen, das in diesem Zeitraume gewonnene neue Material mit dem früheren zu vereinigen und die Frage zu erörtern, in wie fern dadurch der früher aufgestellte Satz bestätigt oder modificirt werde. Ehe ich indessen auf den Gegenstand selbst eingehe, halte ich es für zweckmäfsig, an einige geschichtliche Data zu erinnern, um so mehr als Mifsverständnisse deshalb stattgefunden zu haben scheinen.

Das Vorhandenseyn einer periodischen Zu- oder Abnahme in der Gröfse der täglichen Bewegung kündigte ich bereits im Jahre 1845 mit folgenden Worten an [1]):

»Die Gröfse der täglichen Bewegung ist in den verschiedenen Jahren nicht gleich. Die mittlere Differenz der Declination zwischen 8^h Morg. und 1^h Nachmitt. war nach den Göttinger Beobachtungen:

1834—35 . . .	8′,25
1835—36 . . .	10,04
1836—37 . . .	12,90
1837—38 . . .	12,29
1838—39 . . .	12,16
1839—40 . . .	11,05
1840—41 . . .	9,50

1) Dove's Repertorium der Physik Bd. VII S. CII. Man vergleiche ferner: Resultate des magnetischen Observatoriums in München 1843, 44 und 45. Abhandl. d. II. Classe der bayr. Acad. d. Wiss. V. Band I. Abth.

1841—42 . . . 8,50
1842—43 . . . 7,55
1843—44 . . . 7,63
1844—45 . . . 7,41

»Die drei letzten Jahre sind aus den Münchener Beobachtungen ergänzt, unter Voraussetzung, dafs die tägliche Bewegung in Göttingen um $\frac{2}{100}$ gröfser ist als in München. Die periodische Zu- und Abnahme der mittleren täglichen Bewegung stellt sich hier sehr deutlich heraus, um aber das Gesetz aufzufinden, bedürfen wir noch länger fortgesetzter Beobachtungen. Dafs es sich auf ähnliche Weise mit der Intensität verhalte, ersehen wir aus Kreils Beobachtungen in Mailand: die Differenz zwischen $10\frac{1}{2}^h$ Morg. und $7\frac{1}{2}^h$ Ab. (in Zehntausendstel der Intensität ausgedrückt) war 1837 ... 18,4, 1838 ... 15,7; gegenwärtig kann sie, nach den Beobachtungen anderer Orte zu schliefsen, kaum mehr als 9,0 betragen.«

Der Satz, dafs die tägliche Bewegung der magnetischen

gar keine Grundlage dar, wohl aber konnte durch Vergleichung derselben mit der von mir nachgewiesenen Periode in der Gröfse der täglichen Bewegung eine Uebereinstimmung wahrgenommen werden, in so fern als auch in den von mir angegebenen Zahlen von 1843 bis 1848 eine fortwährende Zunahme sich zeigte, und der Schlufs, dafs in beiden Fällen die gleiche *Periode* stattfinden müsse, bot sich um so natürlicher dar, da Hr. Sabine früher schon nachgewiesen hatte, dafs zwischen der regelmäfsigen Bewegung und den Störungen ein enger Zusammenhang bestehe. Hr. Sabine ging aber noch weiter. Da wir, sagt er, die Sonne als Grundursache anzusehen haben *bei allen Vorgängen, welche von der Tageszeit abhängen*, so erscheint es angemessen, so oft wir an einem Vorgange dieser Art eine periodische oder nicht periodische Aenderung bemerken, bei der Sonne zu untersuchen, ob sie nichts Analoges darbiete. Im gegenwärtigen Falle treffen wir in der That etwas Analoges an, indem die so beharrlich und consequent fortgeführten Beobachtungen des Hrn. Schwabe nachgewiesen haben, dafs die Zahl der Sonnenflecke allmählich zu- und wieder abnimmt mit einer Periode von ungefähr 10 Jahren, und der blofse Anblick der Zahlen eine Uebereinstimmung beider Phänomene nachweist. Die Abhandlung des Hrn. Sabine wurde am 18. März 1852 der königlichen Societät in London vorgelegt [1]): ehe sie jedoch zu allgemeiner Kenntnifs gelangte war auch auf dem Continente von Hrn. Wolf [2]) in Bern und Hrn. Gautier [3]) in Genf die Uebereinstimmung der Sonnenflecken-Periode mit den von mir bekannt gemachten periodischen Aenderungen des Erdmagnetismus bemerkt worden: beide veröffentlichten ihre Untersuchungen darüber im Herbste 1852.

1) *Periodical laws discoverable in the mean effects of the larger magnetic disturbances, by Col. Edw. Sabine R. A.* (*Received March* 18 — *Read May* 6, 1852). *Philos. Trans. Part I.* 1851. *p.* 127,

2) Mittheil. der Berner naturf. Gesellschaft, No. 245. — *Comptes rendus*, 13. Sept. 1852. Astr. Nachr. No. 820.

3) *Bibliothèque Univers. Juillet et Août* 1852

Nach dieser historischen Uebersicht komme ich nun zu der Darlegung des neuen Materials, welches der seit 1851 verflossene Zeitraum geliefert hat, wobei ich nur die Declination berücksichtigen will, da die zehnjährige Periode an allen Elementen in gleicher Weise sich äufsert.

Soll die Gröfse der täglichen Bewegung der Declination durch Relativzahlen, was hier genügt, ausgedrückt werden, so kann dieſs auf verschiedene Weise geschehen. Ich habe früher den Unterschied zwischen 8 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags genommen; da indessen der Einfluſs der Störungen immerhin nicht unbeträchtlich ist, so will ich jetzt die Berechnung so einrichten, daſs *zwei* Bestimmungen stets vereinigt werden, und zwar im Sommer die Unterschiede zwischen 7 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, dann zwischen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags; im Winter dagegen die Unterschiede zwischen 8 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, dann zwischen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags. Als

Jahr	Winter	Sommer	Jahresmittel
1846	6',00	11',23	8',61
1847	6,90	11,87	9,38
1848	8,01	14,40	11,20
1849	8,06	13,22	10,64
1850	7,53	13,31	10,42
1851	6,03	11,40	8,71
1852	6,46	11,53	9,00
1853	5,77	11,50	8,63
1854	4,65	10,48	7,56
1855	5,01	9,66	7,33
1856	4,67	9,48	7,08
1857	5,13	10,15	7,64
1858	6,91	11,76	9,33
1859	8,37	13,97	11,17
1860	7,67	14,20	10,93

Mittelst graphischer Entwürfe habe ich hieraus die Wendepunkte abzuleiten gesucht, und erhalte folgende Bestimmungen:

1843,0 Minimum
1848,8 Maximum
1855,0 Minimum
1859,5 Maximum

Letztere Bestimmung beruht auf der Vergleichung der Monate Januar, Februar und März, wovon die Resultate sind:

1858	7',03
1859	8,84
1860	8,48
1861	8,23

Auch die vollständige Reihe der halbjährlichen und jährlichen Werthe, wie sie oben gegeben ist, stimmt hiemit überein, indem sie zeigt, dafs um die Mitte des Jahres 1860 schon eine Abnahme eingetreten war.

Zu der obigen Reihe kommen noch die von mir aus früheren Beobachtungen abgeleiteten Wendepunkte, nämlich:

1786,5 Maximum, Paris — Cassini.

1817,0 Maximum, Bushy-Heath — Beaufoy
1837,5 Maximum, Göttingen — Gauſs.

Leitet man aus dem Maximum von Cassini, welches nach allen Umständen als sehr zuverlässig zu betrachten ist, und dem Maximum von 1859,5 die Länge der Periode ab, so ergiebt sich:

$$\frac{73,0}{7} = 10,43 \text{ Jahre}$$

und um $\frac{1}{10}$ Jahr von meiner ersten Bestimmung abweichend [1]).

Die sämmtlichen beobachteten Maxima gaben als mittlere Epoche:

1827,8

und geht man von dieser Grundzahl aus, so erhält man folgende Zusammenstellung der berechneten und beobachteten Wendepunkte:

berechnet	beobachtet	Differenz

genauesten Methoden des Calcüls anzuwenden, wo die Grundlagen auf Bruchtheile des Jahres als unsicher erscheinen, würde blofs als eine Rechnungsübung zu betrachten seyn.

Das Endresultat, zu welchem wir durch Beiziehung der neuesten Beobachtungsdata gelangen, besteht also einfach darin, dafs wir eine Bestätigung des von mir im Jahre 1851 aufgestellten Satzes erhalten: Zugleich läfst sich aus einer einfachen Vergleichung der gegebenen Zahlen leicht ersehen, dafs es keine zulässige Combination derselben geben kann, wodurch die Dauer der Periode um mehr als ein paar Zehntel Jahre verändert würde.

Ich komme jetzt zu dem letzten Punkte, der hier besprochen werden soll, nämlich zu dem Zusammenhange der magnetischen Bewegungen mit den Sonnenflecken.

Zunächst wäre die Thatsache selbst zu constatiren. Es ist kein Zweifel, dafs, wenn man die Tabelle, worin Hr. Schwabe die jährliche Anzahl von Sonnenflecken zusammengestellt hat, den oben von mir mitgetheilten jährlichen Relativzahlen für die Gröfse der Declinationsbewegung gegenüberhält, eine allgemeine Aehnlichkeit sich darstellt, indem den Perioden, wo die Zahl der Sonnenflecke gering war, auch eine geringere, und den Perioden, wo die Zahl der Sonnenflecke grofs war, eine gröfsere magnetische Bewegung entspricht; von einer *genauen* Uebereinstimmung kann dagegen keine Rede seyn, auch dann nicht, wenn man anstatt der ursprünglichen Zahlen Schwabe's die nach hypothetischen Voraussetzungen abgeleiteten Relativzahlen des Hrn. Wolf einführt. Zum Beweis hiefür wollen wir einige Jahre herausheben:

Jahr	Zahl der Fleckengruppen nach Schwabe	Relativzahl nach Wolf	magnetische Bewegung
1849	238	95,6	10',64
1850	186	63,0	10,42
1851	151	61,9	8,71

Während von 1849 auf 1850 die Abnahme bei den Sonnenflecken sehr bedeutend ist, vermindert sich die mag-

netische Beweguug nur um 0',2, wogegen von 1850 auf 1851 die Abnahme bei den Sonnenflecken ganz unbedeutend war, und die magnetische Bewegung um 1',7 kleiner wurde. Hr. Wolf hat in der Voraussetzung einer strengen Proportionalität zwischen der Zahl der Sonnenflecken und dem Excefs der magnetischen Bewegung — d. h. der Gröfse, um welche die magnetische Declinationsbewegung sich über ihren niedrigsten Stand 6',27 erhebt — aus den Sonnenflecken die magnetischen Variationen berechnet und findet folgende Zahlen, deren Abweichung von der Beobachtung ich beifüge.

Jahr	berechneter Excefs der magnet. Bewegung	Abweichung von der Beobachtung
1851	3,16	+ 0,72
1852	2,67	— 0,06
1853	1,93	— 0,43
1854	0,97	— 0,32

Rechnung an, so sollte die Sonnenfleckenzahl im Juli 69,8 und im September 52,7 betragen, während die Beobachtung in beiden Monaten fast das *Doppelte* gab.

Das jedenfalls merkwürdige Zusammentreffen der Maxima und Minima bei den magnetischen Bewegungen und den Sonnenflecken kann hiernach als ein eigentlicher Causal-Nexus nicht anerkannt werden, vielmehr dürfte ein ganz anderes Verhältnifs bestehen, zu dessen Erläuterung ich folgendes Beispiel aus der Meteorologie entnehmen will.

Wer die von mir für München aus den Beobachtungen des Jahres 1843 bis 1856 abgeleiteten Tabellen [1]) der Temperatur und des Wolkenzuges vergleichen will, wird bemerken, dafs die Zu- und Abnahme der Luftwärme eine auffallende Uebereinstimmung mit der Häufigkeit des westlichen Wolkenzuges zeigt; beide Erscheinungen haben ihre Wendepunkte im Januar und Juli und auch die Progression ist bei beiden dieselbe. Niemand wird aber sagen, dafs die Temperatur den Wolkenzug oder der Wolkenzug die Temperatur hervorbringe, sondern beide sind durch eine *höhere Ursache* — die erwärmende Kraft der Sonne — bedingt, während jede Erscheinung für sich durch eigenthümliche Nebenursachen und Zufälligkeiten modificirt wird.

Durch ein ähnliches Verhältnifs würde die beobachtete Uebereinstimmung der magnetischen Bewegungen und der Sonnenflecken sich erklären lassen; aber welche cosmische Kraft haben wir als diejenige zu bezeichnen, wodurch die Gröfse der magnetischen Variationen und die Häufigkeit der Sonnenflecken erzeugt wird? Hr. Sabine, welcher in der bereits oben angegebenen Weise sehr rationell die Möglichkeit eines Zusammenhanges *im Allgemeinen* zu be-

1) Monatliche und jährliche Resultate der an der Königl. Sternwarte bei München von 1825 bis 1856 angestellten meteorologischen Beobachtungen, III. Suppl. Bd. d. Ann. — Resultate aus den an der Königl. Sternwarte veranstalteten meteorologischen Untersuchungen nebst Andeutungen über den Einfluss des Clima von München usw. (Abh. der Akad. der Wissensch. Bd. 8).

gründen suchte, hat es nicht angemessen gefunden auf die eben erwähnte Frage einzugehen, jedoch kann hier erwähnt werden, dafs er bei anderen Untersuchungen eine *directe magnetische Einwirkung* der Sonne auf die Magnetnadel annimmt. Ich meinestheils habe bei verschiedenen Gelegenheiten auf die Nothwendigkeit hingewiesen, neben der Gravitation die *Elektricität* als eine allen Himmelskörpern zukommende und überall im Weltraume wirkende Kraft anzunehmen, und zur Unterstützung der Hypothese aufser den Erscheinungen der Kometen, des Nordlichtes, des Zodiacallichtes auch die tägliche Oscillation des Barometers angeführt. Ich habe ferner angedeutet wie die Elektricität der Sonne als Ursache der täglichen magnetischen Bewegungen und die Sonnenflecken als elektrische Ausbrüche betrachtet werden könnten; hiernach würden zahlreiche Sonnenflecken eine gröfsere Entwicklung von Elektricität anzeigen, und es wäre auf solche Weise ein natürlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der Sonnenflecken und den magnetischen

wonnen sind. Die nächste Aufgabe geht also dahin die Beobachtung der Erscheinungen in zweckmäfsiger und methodischer Weise fortzusetzen und weiter auszudehnen.

VI. *Ueber binoculares Sehen;* *von Dr. W. Wundt in Heidelberg.*

Die Untersuchung des binocularen Sehens zerfällt in die Lösung eines physikalischen und eines psychologischen Problems. Das *physikalische* Problem besteht in der Beantwortung der Frage: wie verhalten sich bei gegebener Lage der äufsern Objectpunkte die Netzhautbilder beider Augen ihrer räumlichen Lage nach? das *psychologische* Problem hat die Frage zu beantworten: welches Resultat hat eine gegebene Lage der Netzhautbilder für die Gesichtswahrnehmung?

Der physikalischen Untersuchung stellt sich als erste Aufgabe die experimentelle Ermittelung der *Augenstellungen.* Die Stellungen des Auges sind gegeben, sobald für jede einzelne Lage der Sehaxe die Drehstellungen der Augenkugel *um* die Sehaxe bestimmt sind. Diese Bestimmung wird am einfachsten so ausgeführt, dafs man auf dem in der Ausgangsstellung mit gerade nach vorn gerichteter Sehaxe verticalen oder horizontalen Meridian der Netzhaut das Nachbild eines linearen farbigen Streifens entwirft und den Drehungswinkel ermittelt, welcher das Nachbild in irgend einer zweiten Lage der Sehaxe, immer projicirt auf eine zur Sehaxe senkrechte Ebene, mit seiner ursprünglichen Stellung einschliefst. Man findet so, dafs bei allen Richtungen der Sehaxe nach Oben und Innen sowie nach Unten und Aufsen der obere Theil des verticalen Meridians nach

Innen (gegen die Nase) gedreht ist, während bei allen Richtungen der Sehaxe nach Oben und Aufsen sowie nach Unten und Innen der obere Theil des verticalen Meridians nach Aufsen (gegen die Schläfe) gedreht ist.

Diese Bestimmung der Drehung um die Sehaxe läfst jedoch an sich noch keine Schlüsse auf das binoculare Sehen zu: hierzu mufs die Drehung um die Sehaxe erst auf ein gemeinsames Sehfeld bezogen werden. Die Wahl eines solchen ist aber streng genommen willkührlich, da wir in Wirklichkeit Flächen von sehr verschiedenen Neigungen und Richtungen als Sehfelder benutzen können. Das einfachste Beispiel eines gemeinsamen Sehfeldes ist diejenige Ebene, die auf der Halbirungslinie des Convergenzwinkels senkrecht steht. Projicirt man z. B. für symmetrische Augenstellungen, d. h. solche, bei denen der Fixationspunkt in einer mittleren Verticalebene gleich weit von beiden Augen entfernt liegt, die Drehungen um die Sehaxe auf die genannte Ebene, so findet man, dafs in den meisten Convergenzstellungen die verticalen Meridiane beider Netzhäute in diesen Projectionen nach Aufsen geneigt sind, was einer Winkeldrehung des Objectbildes nach Innen entspricht. In einer Reihe von Convergenzstellungen bei einer Neigung der Visirebene zwischen 40 und 50° unter dem Horizont wird die Winkelabweichung durch die Projection auf die gemeinsame Sehebene aufgehoben. In einer weiteren Reihe von Convergenzstellungen bei noch tieferer Neigung der Visirebene sind die verticalen Meridiane beider Netzhäute in ihrer Projection auf die gemeinsame Sehebene nach Innen geneigt, was einer Winkeldrehung des Objectbildes nach Aufsen entspricht. Es ist übrigens immer im Auge zu behalten, dafs die hier angeführten Winkelabweichungen der verticalen Meridiane nur für die hier angenommene gemeinsame Sehebene gelten, die streng genommen willkührlich gewählt ist; insbesondere gilt diefs auch von dem Verschwinden der Winkelabweichung in gewissen Stellungen, in denen die wirkliche Drehung um die Sehaxe (d. h. die Drehung projicirt auf eine zur Sehaxe senkrechte Ebene)

zufällig genau einen solchen Werth hat, dafs sie in der Projection auf die gemeinsame Sehebene verschwindet.

Um bei gegebener Lage eines äufseren Punktes oder eines ausgedehnten Objectes die Lage seiner Netzhautbilder zu bestimmen, denke man sich beide Netzhäute mit Beibehaltung der Stellung des Auges über einander gelegt. Es wird dann in der Ausgangsstellung der Augen mit horizontal und parallel gerichteten Sehaxen je ein Punkt der einen Netzhaut den seiner absoluten Lage nach ihm entsprechenden Punkt der andern Netzhaut (im Sinn der Intensitätslehre jeder Punkt den ihm entsprechenden Punkt im andern Auge) bedecken; in irgend einer zweiten Stellung wird das im Allgemeinen nicht mehr der Fall seyn, es werden nur noch die Endpunkte der Sehaxen sich decken, die dem fixirten Punkte entsprechen, jeder andere Netzhautpunkt wird in Bezug auf den ihm entsprechenden Punkt im andern Auge eine Lageänderung erfahren haben, die entweder eine Winkelverschiebung oder eine lineare Verschiebung oder beides zusammen ist.

Bezeichnen wir den Inbegriff derjenigen Objectpunkte, die in ihren Netzhautbildern sich binocular decken, d. h. deren Bilder auf entsprechende Netzhautstellen fallen, der bisherigen Terminologie folgend als *Horopter* — wobei wir aber noch ganz von der unbewiesenen Hypothese absehen, die man mit diesem Ausdruck verbunden hat, dafs der Horopter zugleich den Inbegriff der einfach gesehenen Punkte angebe — so können wir nach dem Vorhergehenden die Aufgabe der Auffindung des Horopters in zwei Theile trennen: in die Bestimmung des *Horopters der Winkelverschiebung* und in die Bestimmung des *Horopters der linearen Verschiebung*. Der erstere giebt dieselben Objectpunkte an, in Bezug auf welche keine Winkelverschiebung der Netzhautbilder vorhanden ist, der letztere diejenigen Objectpunkte, in Bezug auf welche keine lineare Verschiebung der Netzhautbilder besteht. Aus beiden Horoptern ergeben sich dann erst diejenigen Punkte, in Bezug auf welche weder Winkelverschiebung noch lineare Verschiebung vorhan-

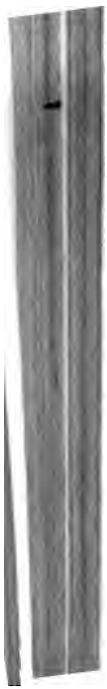
den ist, und welche daher erst wirklich binocular sich decken; den Inbegriff dieser Punkte wollen wir als *totalen* Horopter bezeichnen.

Als Horopter der Winkelverschiebung ergeben sich zwei Ebenen, die sich in einer mittleren geneigten Linie schneiden. In den Stellungen, in welchen die Winkelabweichungen in Bezug auf die gemeinsame Sehebene Null werden, werden jene Ebenen zu einer einzigen, die mit der gemeinsamen Sehebene zusammenfällt. Als Horopter der linearen Verschiebung ergiebt sich eine durch die beiden Augenmittelpunkte und den Fixationspunkt gelegte Kreislinie und eine auf diesem Kreis senkrechte Gerade, die in der Mitte der äufseren Peripherie desselben errichtet ist. Der Radius des Kreises wird um so gröfser, je kleiner der Convergenzwinkel der Sehaxen, und der Kreis wird zu einer horizontalen Geraden, wenn die Sehaxen sich parallel stellen.

Als totaler Horopter ergiebt sich endlich: 1) für diejenigen symmetrischen Convergenzstellungen, in welchen keine Winkelabweichung in Bezug auf die gemeinsame Sehebene vorhanden ist, ein durch die Augenmittelpunkte gehender Kreis und eine im Fixationspunkt zu diesem Kreis senkrecht errichtete Gerade, d. h. der totale Horopter fällt hier vollständig mit dem Horopter der linearen Verschiebung zusammen; 2) für die symmetrischen Convergenzstellungen mit vorhandener Winkelabweichung eine durch den Fixationspunkt gehende in der verticalen Mittelebene gelegene gerade Linie, deren Neigung zum Horizont ihrer Gröfse und Richtung nach durch die Winkelabweichung bestimmt ist, und zwei rechts und links von dieser Linie symmetrisch in der Visirebene gelegene Punkte, deren Entfernung vom Fixationspunkt und relative Annäherung an die Gesichtsebene um so gröfser ist, je mehr die Winkelabweichung beträgt; 3) für alle symmetrischen Convergenzstellungen reducirt sich der totale Horopter auf den Fixationspunkt und zwei rechts und links von demselben symmetrisch gelegene Punkte. Es wird also nach der Identitätslehre im strengsten Sinn immer nur einfach gesehen: entweder eine

verticale Gerade und ein in der Visirebene gelegener Kreis oder eine verticale Gerade und zwei in der Visirebene gelegene Punkte, oder endlich drei Punkte, die zusammen in einer in der Visirebene befindlichen Kreislinie gelegen sind. Unter Visirebene verstehen wir hier immer diejenige Ebene, welche die beiden Sehaxen und den Fixationspunkt enthält.

Ich will einige der einfachsten Versuche anführen, durch die man sich leicht experimentell von dem eben abgeleiteten Resultat überzeugen kann. Man halte eine feine Stricknadel vertical vor die Augen und sichere deren Mittelpunkt. Sie erscheint in gekreuzten Doppelbildern, deren Winkel verschwindet, wenn man die Nadel um einen bestimmten Winkel um ihren Mittelpunkt dreht. Ist die Convergenz eine symmetrische, so kommen die Doppelbilder hierbei vollständig zur Deckung, ist sie eine unsymmetrische, so verschwindet gleichfalls der Winkel, aber die Doppelbilder decken sich noch mit ungleichen Stellen, d. h. es findet noch eine lineare Verschiebung statt. Aehnlich erscheint die Nadel horizontal gehalten in gekreuzten Doppelbildern, deren Winkel verschwindet, wenn man die Nadel um ihre verticale Axe dreht, und zwar verschwindet hier der Winkel gleichgültig, ob man nach der einen oder nach der andern Richtung die Drehung vornimmt, aber immer decken sich in diesem Fall noch, bei symmetrischen wie bei asymmetrischen Convergenzen, die Doppelbilder mit ungleichen Punkten. Ebenso erscheint die Nadel in gekreuzten Doppelbildern, wenn man ihr eine Mittelstellung zwischen der verticalen und horizontalen Richtung giebt, und immer kann der Winkel zwischen den Doppelbildern durch entsprechende Drehung der Nadel um den fixirten Punkt aufgehoben werden, wobei aber ebenfalls die gleichen Punkte der Doppelbilder noch über einander geschoben sind. Auf diese Weise kann man alle Durchschnittslinien des Horopters der Winkelverschiebung bestimmen, und denkt man dieselben verbunden, so erhält man, wie oben abgeleitet, zwei Ebenen, die in einer geneigten Linie sich schneiden, welche dem totalen Horopter angehört, *wenn die* Convergenzstellung eine symmetrische ist.



einander liegen (der Pu
der linearen Verschiebu
des Papiers stellen sich
Seite über einander, bis
wo die Doppelbilder *ge*
(jetzt befindet sich der P
schiebung). Variirt man
bemerkt man, dafs die Ent
der liegenden Doppelbilde
direct gesehenen Punktes
einer Gränze nähert, wo di
der Gränze, wo der indire
lichen Punkt des totalen H

Ueber den horizontalen
lich der folgende Versuch
Man zeichne eine feine Lini
selbe horizontal vor die A
punkt bei starker Converg
in Doppelbildern, welche i
spitzen Winkel sich kreuze
des Papiers —

der Linie. Man bringt also durch diesen Versuch, der nach einiger Uebung im indirecten Sehen leicht gelingt, die drei horizontalen einfach gesehenen Punkte zur unmittelbaren Anschauung.

Die *psychologische* Untersuchung des binocularen Sehactes hat sich zunächst die Frage vorzulegen: welche Bedeutung haben die soeben in Bezug auf das physische Verhältnifs der Netzhautbilder in beiden Augen erhaltenen Resultate für die binoculare Gesichtswahrnehmung? Nach der Identitätslehre würden jene Resultate unmittelbar über die einfach- und doppelt gesehenen Raumpunkte und über die Lage derselben in den verschiedenen Augenstellungen Aufschluſs geben. Es läſst sich aber leicht beweisen, daſs dieſs keineswegs der Fall ist. Daſs wir sehr häufig mit nichtcorrespondirenden Netzhautstellen einfach sehen, das zeigen uns täglich die stereoskopischen Versuche. Aber es läſst sich ebenso mittelst des Stereoskopes der Nachweis führen, daſs wir unter Umständen umgekehrt mit correspondirenden (sogenannten identischen) Netzhautstellen doppelt sehen können. In beiden Fällen hängt die Verschmelzung oder das Auseinandertreten der Bilder davon ab, ob wir uns eine geeignete Tiefenvorstellung ausbilden oder nicht, d. h. ob wir das Netzhautbild beider Augen in einer solchen Weise in den äuſsern Raum projiciren, wie es einem räumlich ausgedehnten Objecte entspricht, oder ob wir irgendwie an dieser Projection gehindert werden. Der Beweis hierfür läſst sich am schlagendsten durch Versuche führen, die ich als *subjective stereoskopische* Versuche bezeichnet habe.

Es giebt zwei Grundversuche, die hierher gehören. Man erzeuge erstens in beiden Augen lineare Nachbilder, die etwas zu einander geneigt sind, beide aber nicht zu stark von der verticalen Richtung abweichen. Der Winkel, den die Nachbilder einschlieſsen, verschwindet, die Nachbilder verschmelzen, wenn man die anfänglich der Angesichtsebene parallele Projectionsebene um ihre horizontale Axe um einen bestimmten Winkel dreht. Man erzeuge

...die Projections
bestimmten Winkel,
bilder zur Deckung,
fach gesehen, tritt al
entgegengesetztem Sinn
kann man auch ein ein
in zwei trennen, die s
Winkel kreuzen, wenn
projicirt, die zu der urs
stark geneigt ist.

Es ergiebt sich aus di
der stereoskopischen Ersch
setze der perspectivischen
Auch an den Netzhautbild
kann man, wenn man sich
einander gelegt denkt, unters
Winkelverschiebung und ein
Verschiebung, welche letztere
horizontale Verschiebung ist.
Gröfse der Abweichung die L
skopischen Bildes zu bestimmen
schiebung π der Winkel, um
aus ihrer Anfangsl...
regel...

net. Diese Gleichung geht, wenn $m = n$ ist, in folgende einfachere über:

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s}{g \operatorname{tg} m}.$$

Es sey ferner für horizontale Verschiebung m die Distanz der stereoskopischen Contour des einen Auges vom Fixationspunkt in der Projectionsebene, $m+n$ die entsprechende Distanz des andern Auges, so ist, wenn man π' den Winkel nennt, um welchen die Projectionsebene um ihre verticale Axe gedreht werden mufs, um beide Bilder zur Verschmelzung zu bringen,

$$\cot \pi' = \frac{g}{ns} (2m+n).$$

Die Combination beider Fälle umfafst alle Aufgaben mit geradlinigen stereoskopischen Contouren. Ebenso lassen sich für gekrümmte Begränzungen der Körper leicht wenigstens Annäherungen von hinreichender Genauigkeit für die Anwendung gewinnen.

Für die Erklärung der stereoskopischen Erscheinungen ist von grofser Wichtigkeit die mit den bisherigen Hypothesen unvereinbare Thatsache, dafs sowohl mit correspondirenden Netzhautstellen doppelt wie mit nicht-correspondirenden einfach gesehen werden kann, und dafs beides nur abhängt von der Art und Weise, wie die Netzhautbilder objectivirt werden. Die Vereinigung stereoskopischer Contouren erfolgt, wenn die stereoskopische Vorstellung ausgebildet ist, in ebenso zwingender Weise, wie unter gewöhnlichen Verhältnissen die Vereinigung der mit sogenannten identischen Stellen gesehenen Objecte zu einem einfachen Bilde. Der Zusammenhang der beiden Netzhäute ist daher nicht ein anatomischer, der unlösbar in constanter Weise besteht. Beide Augen sind vielmehr von Anfang an getrennte Gesichtsorgane, deren Einzelempfindungen erst durch die die Wahrnehmung vollziehenden psychischen Processe zur binocularen Gesichtsvorstellung verschmelzen. Aber diese Verschmelzung erfolgt nicht der-

art, dafs je ein Netzhautpunkt im einen Auge mit dem ihm correspondirenden im andern Auge fest verknüpft wird, sondern sie erfolgt so, dafs jeder Netzhautpunkt mit einer grofsen Zahl von Punkten im andern Auge verknüpft werden kann, indem diefs jedesmal nur abhängt von der Art, wie die Gesichtswahrnehmung objectivirt wird. Es läfst sich nachweisen, dafs eine solche Verknüpfung nur unter der Mithülfe zweier Momente gedacht werden kann, einer localen Färbung der Empfindung an den einzelnen Stellen jeder Netzhaut und der Bewegungsempfindungen des Augapfels. In Bezug auf letztere weisen directe Versuche nach, dafs Drehungen des Auges im Betrag von ungefähr einer Winkelminute noch durch die Muskelempfindung können unterschieden werden. Diese kleinste wahrnehmbare Bewegung stimmt überein mit der kleinsten wahrnehmbaren Netzhautdistanz.' — Die Untersuchung der im binocularen Sehen auftretenden Tiefenwahrnehmung führt auf dieselben Momente zurück, die man als der Entstehung des Sehfeldes zu Grunde liegend annehmen mufs, wenn man nicht dieses, die Flächenanschauung, wie oft geschehen ist, als etwas von vornherein unmittelbar Gegebenes mit der Empfindung betrachtet. Dafür aber, dafs diese Ansicht unstatthaft ist, spricht schon der hier gelieferte Nachweis, dafs es eine scharfe Gränze zwischen Flächen- und Tiefenwahrnehmung nicht giebt. Das Einfachsehen bei der stereoskopischen Wahrnehmung beruht ebenso wenig auf einer Vernachlässigung von Doppelbildern wie im gewöhnlichen binocularen Sehen das Einfachsehen des fixirten Punktes. In beiden Fällen geschieht die Verschmelzung unter dem Zwang der Vorstellung in derselben gesetzmäfsigen Weise.

VII. *Ueber die Entstehung des Glanzes; von Dr. W. Wundt in Heidelberg* [1]).

Von Dove ist zuerst die Erscheinung des Glanzes bei stereoskopischer Vereinigung von Schwarz und Weifs oder verschiedener Farben beobachtet und darauf eine Hypothese über die Ursache des Glanzes gegründet worden. Glanz entsteht nämlich nach Dove immer, wenn auf ein Auge oder auch auf beide Augen verschiedene Helligkeiten oder Farben einwirken; die Unfähigkeit unseres Auges gleichzeitig sich Farben von verschiedener Brechbarkeit anzupassen und das hierdurch bedingte Undeutlichsehen der einen Farbe, während die andere deutlich gesehen wird, soll das Phänomen des Glanzes verursachen [2]). Eine grofse Zahl von Thatsachen ist geeignet diese Hypothese zu widerlegen. Zunächst entsteht sehr intensiver Glanz bei der stereoskopischen Vereinigung verschiedener Helligkeitsgrade derselben Farbe oder von gemischtem Licht, also z. B. von Schwarz und Weifs; ferner richtet sich bei der Combination verschiedener Farben die Intensität des Glanzes keineswegs nach der Entfernung der Farben im Spectrum, sondern lediglich nach ihrer subjectiven Verschiedenheit, so dafs z. B. Violett und Roth keinen oder nur sehr schwachen Glanz geben, während die Combination von Grün und Gelb ziemlich lebhaft glänzt. Endlich entsteht niemals Glanz, wenn man diffuses Licht mischt, sondern immer nur bei der Combination farbiger *Objecte;* es mufs immer wenigstens die eine Farbe deutlich begränzt erscheinen.

Zur Erforschung der näheren Bedingungen des Glanzes ist das Studium des stereoskopischen Glanzes nicht ausrei-

1) Dieser und der vorhergehende Aufsatz ist im Auszuge mitgetheilt aus einem demnächst erscheinenden Werke des Verf. über die Theorie der Sinneswahrnehmung, mit besonderer Berücksichtigung der Theorie des Sehens. Leipzig und Heidelberg, L. F. Winter'sche Verlagshandlung.

2) Pogg. Ann. Bd. 83 S. 180.

augenblicklich, wen
so dreht, dafs der
sehenen Objectes z
spiegelte Object so
vollständig deckt. A
die gegenseitige Ent
Objecte begünstigen,
von Einfluſs. So tritt
in dem obigen Versuc
ject oder die spiegelu
Spiegelbild seinen Ort
gespiegelten Object ein
Im letztern Fall kann
theils sogar Glanz herv
Ort des Spiegelbildes
standes zusammenfallen;
augenblicklich bei binoc
durch diese so genau vo
überzeugen, dafs uns di
mehr täuschen kann. Un
schieht diefs in

schwinden, und ein für monoculares Sehen glanzloser Gegenstand kann bei binocularem Sehen im lebhaften Glanz erscheinen.

Eine besondere Form des binocularen Glanzes ist der stereoskopische Glanz. Es verhält sich derselbe zu dem binocularen Glanze genau so wie das stereoskopische Sehen zum binocularen Sehen überhaupt. Stereoskopisch wird nämlich der Glanz dann, wenn die Objecte in so grofse Nähe rücken, dafs die Tiefenentfernungen in jedem Auge verschiedene Bilder entwerfen. Dann ist es, wenn wir mit beiden Augen einen Gegenstand betrachten, in welchem ein anderer wirklich oder (durch eine darüber gehaltene Glasplatte) scheinbar gespiegelt wird, unvermeidlich, dafs wir mit dem einen Auge einen kleineren, mit dem andern Auge einen gröfseren Theil des gespiegelten Bildes sehen, sobald nur das Spiegelbild in merklicher Entfernung hinter dem spiegelnden Object liegt, ja es kann vorkommen, dafs wir nur mit dem einen Auge das Spiegelbild wahrnehmen, während wir mit dem andern Auge nur das spiegelnde Object sehen. Dieser letztere Fall ist es, der bei der Combination verschiedenfarbiger Objecte im Stereoskop nachgeahmt wird.

Der Glanz entsteht am häufigsten durch Spiegelung, weil diefs die häufigste Art ist, wie wir einen Gegenstand scheinbar durch den andern hindurch sehen. Aber es ist diefs nicht die einzige Art, wie Glanz erzeugt werden kann. Es ist möglich auch auf dioptrischem Wege Glanz hervorzubringen. Wenn man durch eine farbige Glasplatte sieht, so erscheinen die Gegenstände deshalb nicht glänzend, weil man die Glasplatte nicht als ein besonderes Object auffafst, sondern ihre Farbe unmittelbar auf die gesehenen Gegenstände überträgt. Legt man aber auf eine farbige Glasplatte ein anderfarbiges Papier, in welchem man ein kleines Fenster ausgeschnitten hat, und hält man nun in einiger Entfernung hinter dem Fenster ein weifses Object mit einer perspectivischen Zeichnung, so erscheint das Fenster im lebhaftesten Glanze, und man kann auf diese Weise *monocularen, binocularen* und stereoskopischen Glanz erzeugen.

...ist spiegelnd,
Gegenstände e
Spiegelbilder d
lässigen; wir se
als wenn wir sie
einen Gegenstand
lung, durch dens
aber zugleich fort
sich unserer Wah
nur undeutliche S
Oberfläche durch ih
Farben usw. zugleic
her meistens lebhafte
mer die Deutlichkeit
ject hindert uns die
die Spiegelbilder hind
lich zu sehen. In der
ten, Spiegeln und Glä
sie hängt nicht bloſs v
von uns ab. Gegenstände
leuchten meistens im D

theil und zwar aus dem Urtheil, dafs wir gleichzeitig zwei oder mehrere Objecte hinter einander sehen. Die hinter einander gesehenen Objecte unterscheiden sich durch ihre Farben oder Helligkeiten. In der Empfindung haben wir diese ebenso gemischt, als wenn die Objecte an einem Ort zusammenfallen, wo die Mischung auch unverändert in die Wahrnehmung eingeht. Diefs ist aber nicht mehr der Fall, wenn wir die Gegenstände in verschiedene Entfernung verlegen. Hier lösen wir die jedem einzelnen Gegenstand zukommende Farbe oder Helligkeit aus der Mischempfindung los und bringen sie getrennt zur Wahrnehmung. Wenn wir daher ein weifses und schwarzes Object stereoskopisch combiniren, so sehen wir nicht Grau, nicht einmal ein glänzendes Grau, sondern wir haben die bestimmte Vorstellung, den weifsen Gegenstand durch den schwarzen hindurch zu sehen, und erst diese Vorstellung giebt uns den Glanz. Der Glanz besteht nicht in einer Vermischung sondern in einer Trennung von Eindrücken, und nur weil diese Trennung immer blofs unvollständig gelingt, stört der Glanz die deutliche Wahrnehmung. *Der Glanz ist ein Urtheilsproceſs, bei welchem wir, durch die Verlegung der gesehenen Gegenstände in verschiedene Tiefenentfernung veranlafst, die jedem Gegenstand zugehörige Farbe oder Helligkeit aus einer gegebenen Mischempfindung zu erschliefsen suchen.*

setzten Säure Erwäl
Wurtz [1]) aufgefun
ist und deren Metal
lung [2]) beschrieben
moniaksalz nur neu
worden.

In meiner Arbeit
organische Säuren [3])
welche die Zusammer
kannten Diglycolamins
weil diese Säure einba
ist. Ich hoffte nun dur
Erhitzen des sauren di
colylaminsäure gewinne
Der Versuch hat al
neuen Aminsäure geführ
setzung der Diglycolylan
Erhitzt man saures di
einer Retorte, so schmil
wenig ammoniakalisches
der Retorteninhalt

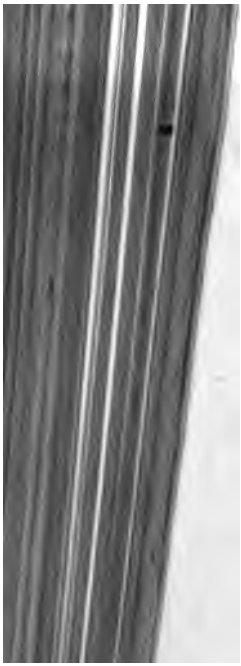
matischer Krystalle, welche aus Combinationen zweier rhombischen Prismen mit Winkeln von $104\frac{1}{2}^{\circ}$ und $65\frac{1}{2}^{\circ}$ bestanden. Die Endflächen waren in reicher Anzahl vorhanden, spiegelten auch meist gut, waren aber zu klein, als dafs es hätte gelingen können, ihre Lage genau zu bestimmen. Oft ist eine derselben stark vorwaltend. Sie ist auf den Winkel von $104\frac{1}{2}^{\circ}$ wie es scheint gerade aufgesetzt, und bildet mit der Kante dieses Winkels einen Winkel von etwa $1\frac{1}{2}$ Rechten.

Diese Krystalle enthalten Stickstoff, aber Platinchlorid giebt in ihrer alkoholischen Lösung keinen Niederschlag. Sie enthalten also den Stickstoff nicht als Ammoniak. Aber kalte concentrirte Kalilauge entwickelt daraus sofort Ammoniak, in der Wärme auch schon verdünnte.

In kaltem Alkohol ist diese Substanz schwer, in kochendem ziemlich leicht löslich. Auch in kochendem Aether löst sie sich auf, aber schwieriger. Beim freiwilligen Verdunsten dieser Lösung bilden sich dieselben langen Nadeln, die sich aus der erkaltenden alkoholischen Lösung absetzen.

Wasser benetzt die Krystalle schwierig. Doch löst es sie namentlich in der Wärme auf und beim Erkalten der Lösung oder beim Verdunsten derselben krystallisirt der Körper wieder unverändert in langen Nadeln heraus. Die wässerige Lösung reagirt deutlich sauer. In der That ist dieser Körper eine Säure. Uebersättigt man ihn nämlich mit Barytwasser, leitet Kohlensäure durch die Mischung und dampft sie zur Trockne ein, so zieht warmes Wasser aus dem Rückstande ein Barytsalz aus, das im Wasserbade zu einer gummiartigen Masse eintrocknet, beim freiwilligen Verdunsten seiner Lösung aber in grofsen farblosen Krystallen anschiefst. Ammoniakentwicklung ist bei Bildung dieses Salzes nicht zu bemerken. Demgemäfs enthält es reichlich Stickstoff.

Hiernach ist dieser Körper eine Aminsäure, aber nicht die Aminsäure der Diglycolsäure. Denn dann müfste sie der Formel $C^4H^7NO^5$ gemäfs zusammengesetzt seyn. Die Analyse der bei 100° C. getrockneten Substanz, welche



kannte Fumaramin
Ich bin im Begrif
stillation des saur
Substanz mit diese

Die von Wurt
erhaltene Pyrosäure
säure in irgend eine
dieselbe noch nicht u
lassen, die Natur de
das Bestehen eines s
zu kommen.

Halle d. 31. Juli 18

IX. *Ueber die Bestimmung der Salpetersäure.*

Prof. F. Reich hat gezeigt, dafs durch gepulverten Quarz die Salpetersäure aus den salpetersauren Salzen, namentlich aus den salpetersauren Alkalien, bei einer äufserst schwachen, beim Tageslicht kaum sichtbaren Rothglühhitze so vollständig ausgetrieben wird, dafs darauf eine genaue Bestimmung der Salpetersäure gegründet werden kann [1]). Man mufs den getrockneten (am besten bei der gelindesten Hitze geschmolzenen) Salpeter nach dem Pulvern und Wägen im Platintiegel mit der 4- bis 6fachen Menge von Quarzpulver mengen, das Gemenge wägen und erhitzen; der Gewichtsverlust giebt mit grofser Genauigkeit die Menge der Salpetersäure. Die Masse sintert nur etwas zusammen, schmilzt aber nicht.

Diese Methode der Bestimmung der Salpetersäure ist sehr empfehlenswerth; sie hat vor der vermittelst des zweifach-chromsauren Kalis den Vortheil, dafs, da das Gemenge nicht schmilzt, kein Sprützen entsteht, wodurch also leichter ein Verlust vermieden wird. Die Gegenwart von Chlormetallen und von schwefelsauren Salzen ist ferner ohne Nachtheil, so dafs der Gewichtsverlust nur die Menge der Salpetersäure ausdrückt, wenn durch gelindes Schmelzen der Salpeter von aller Feuchtigkeit befreit worden ist.

Es ist in der That merkwürdig, wie leicht die Salpetersäure durch die Kieselsäure ausgetrieben wird, und eben so bemerkenswerth ist es, dafs die beiden Modificationen derselben, die krystallinische und die amorphe auf fast gleiche Weise auf Salpeter wirken.

Bei Anwendung von 1,0546 Grm. salpetersauren Kalis und von Quarzpulver erhielt Hr. Finkener einen Gewichtsverlust von 0,561 Grm.; bei Anwendung von 0,599 Grm. des salpetersauren Salzes und von amorpher Kieselsäure erhielt Hr. Schellbach einen von 0,319 Grm. Er-

1) Journ. für prakt. Chem. Bd. 83, S. 262.

sterer entspricht einem Gehalt von 53,20 Proc. Salpetersäure, letzterer einem von 53,25 Proc. Salpetersäure im angewandten salpetersauren Salze. Die berechnete Menge ist aber 53,40 Proc. — Die amorphe Kieselsäure bestand aus Infusorienerde aus der Lüneburger Haide, die durch Säuren gereinigt worden war.

Durch stärkeres Rothglühen wurde kein fernerer Verlust erhalten; auch schmolz dadurch der Inhalt des Tiegels nicht. Die Masse läfst sich leicht aus dem Tiegel herausbringen. Mit etwas Wasser übergossen gelatinirt sie nach einigen Tagen.

Wie das zweifach-chromsaure Kali läfst sich auch die Kieselsäure zur Bestimmung der Kohlensäure in den kohlensauren Alkalien benutzen. Zur vollständigen Austreibung der Kohlensäure durch Kieselsäure gehört indessen eine stärkere Hitze, als zur Austreibung der Salpetersäure. Hr. Schellbach mengte 0,763 Grm. wasserfreies kohlensaures Natron mit der fünf- bis sechsfachen Menge von (amorpher) Kieselsäure. Bei einer schwachen Rothglühhitze erhielt er einen Gewichtsverlust von nur 0,231 Grm.; bei stärkerer Rothglühhitze wie man sie indessen sehr leicht durch einen einfachen Bunsen'schen Brenner hervorbringt, betrug der Gewichtsverlust 0,316 Grm. Dieser entspricht 41,48 Proc. Kohlensäure im kohlensauren Natron; die berechnete Menge ist 41,50 Proc.

H. Rose.

X. *Die Meteoriten in Wien und London; von Otto Buchner.*

Es trifft sich günstig, dafs die Verzeichnisse der Meteoriten in den zwei gröfsten Sammlungen, dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinet in Wien und dem britischen Museum in London jüngst fast nahezu gleichzeitig veröffentlicht worden sind. Da der eine oder andere der beiden Kataloge weniger allgemein bekannt seyn könnte, so wird es von Interesse seyn, eine vergleichende Zusammenstellung zu sehen.

Es besitzen Localitäten:

	Wien	London
Meteorsteine	113	94
Meteoreisen	63	64
Summa	176	158

Am schwersten sind:

in Wien.		in London.	
Ohaba	16K 030,343	*Parnallee*	59K
Mező-Madaras	9K 876,774	*Nellore*	13K 608
Stannern	6K 348,257	*Durala*	13K 154
Seres	4K 830,103	*Dhurmsala*	13K 031
Elbogen	78K 961,692	*Tucuman*	634K
Agram	39K 200,840	*Cocke Cty*	27K 261
Arva	10K 640,228	*Carthago*	24K 494.

Im Londoner Verzeichnifs sind nur die Gewichte über ½ lb. *adp.* = 113,4 Grm. angegeben; das Gesammtgewicht läfst sich demnach nicht angeben. Nach brieflicher Mittheilung Hrn. Maskelyne's beträgt es, die Duplicate eingeschlossen, ungefähr 797 lbs. = 361 K., wobei das 1400 lbs. schwere Otumpaeisen nicht inbegriffen ist. Das Gesammtgewicht der Wiener Sammlung dagegen beträgt an Meteorsteinen 92K 094,464, an Meteoreisen 187K 834,824, zusammen also 279K 929,288. London hat demnach un-

litäten 79 in Wi
talog nach 1 Lo
während von den

In Lond
aber nicht in
Plascowitz (1723)
bad (1808) *Durml*
Mow(1827) *Umballa*
Charvallas (1834)
(1835) *Akhurpore* (1
negaon (1843) *M*
(1848) *Nellore* (1852
mes(1857) *Alessandri*
Kkeragur (1860) *P*
(1861). — *Tocavita,*
Cty., Fischfluſs,
Tackson Cty., Murfre
Guyaquila, Leadhills,
vasarhely, Kamtschatk
Afrika.

15 + 11 = 26 Loca

nur mit 1K, 111,262 vertreten ist, wurde der Hauptmasse nach seit dem Drucke des Londoner Katalogs auch erworben und fällt nach den Angaben Haidingers in Wiener Acad. Ber. 44, 378 mit etwa 30 Ctr., nach brieflicher Mittheilung Maskelyne's, aber gewifs irrthümlich, mit 4 Tons ins Gewicht.

Es sey gestattet die Localitäten selbst noch einer kurzen Prüfung zu unterwerfen.

Meteoriten sind Weltbürger. An welcher Stelle der Erde, in welchem Lande sie niederfallen ist reiner Zufall. Alle sind in wissenschaftlicher Beziehung, besonders in Beziehung auf ihre Stelle im Weltall gleichwerthig. Bei vorwiegender Berücksichtigung der oryktognostischen und chemischen Verhältnisse wird allerdings der eine oder andere um so interessanter für uns seyn müssen, je einzelner er in seinem Verhalten steht; dazu kommt aber noch weiter der im Menschen tief begründete Particularismus. Unter sonst gleichen Umständen wird ein bei uns gefallener Meteorit mehr interessiren, als der von den Sandwichinseln oder einer aus Indien. Auch von diesem ganz allgemeinen Standpunkt aus hat Wien einen wesentlichen Vorzug vor London, denn von den 40 Localitäten, die in Wien und nicht in London vertreten sind, liegen 13 in Deutschland und den österreichischen Staaten, 6 in Frankreich, 10 in Rufsland, je eine in Belgien, Spanien und der Türkei und 8 in Amerika.

Die 26 Londoner Localitäten vertheilen sich dagegen so: es kommen auf England 2, auf Deutschland und Frankreich je 2, Italien 1, Indien 10, Kamtschatka 1, Amerika 6 und auf Afrika 2.

Da wir keine absolut sicheren Kennzeichen für die Aechtheit des Meteoriten haben, so finden sich in vielen Sammlungen auch manche zweifelhaft meteorische Massen oder selbst solche, die unzweifelhaft nicht meteorisch sind, aber immer noch als ächt figuriren und den Stoff vermehren helfen. Der Eifer, die Sammlung wachsen zu sehen und ihr Gewicht um jeden Preis zu vermehren, bringt aber

...ologische Natur
aber in der Wiener
Masse zu finden sey

Im Londoner Kat
zu beanstanden. Tr
und Partsch, die
gelang es ihnen nicl
Localität zu erhalten.
war Plascowitz nicht
darüber, dafs dieses
nem Vorgänger Dr. K
worben wurde. Ma
wählten Handstücken
noch in die Sammlung
Dr. König diese Ha
diese Angaben anzweif
genauer Vergleichung d
seltenen Localität zuz
besitzt dieselbe. Es ist
in London vom *Tabor*
schied durch vergleichen
die Frage entschieden w
nicht. *Marmande* (No. ?

die mineralogische und chemische Beschaffenheit rasch veröffentlicht würden. *Mezövasarhely* (No. 62) ist ganz sicher falsch und eine von den in Siebenbürgen so häufigen Eisensauen, die wohl noch aus der Römerzeit stammen; ebenso *Kamtschatka* (No. 63), das auch in Wien, aber bei den Pseudometeoriten und deshalb nicht im Verzeichnifs aufgeführt ist. Auch *Leadhills*, Schottland (No. 61), mufs so lange für zweifelhaft gehalten werden, bis seine meteorische Natur bestimmt nachgewiesen ist. Es genügt nicht, dafs ein alter Eisenblock längere Zeit etwa als Ambos gedient hat, ohne dafs die zwei Hörner vorhanden waren, die ein moderner Ambos nicht missen kann; es werden daher voraussichtlich auch noch manche der wahrhaft massenhaft gefundenen amerikanischen Eisenmassen als nicht meteorisch nachgewiesen werden, sobald wir durch vergleichende Untersuchungen klarer in die Natur der Meteoriten sehen können. Die im Londoner Verzeichnifs zuletzt angeführte Localität *Südafrika* (No. 64) ist ebenfalls ein Beleg dafür, dafs die gröfsten Schätze der Sammlungen für die Wissenschaft unfruchtbar sind, sobald sie unter Glas und Rahmen begraben sind. Offenbar ist es dasselbe Eisen wie das vom Cap, dessen Hauptmasse in der Sammlung der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften (aber nicht, wie oft angegeben wird, in der Teyler'schen Sammlung) zu Harlem sich befindet und daselbst für nicht meteorisch gehalten wird. Es ist die Vermuthung, dafs diese Localität im Londoner Katalog unter zwei Nummern aufgeführt ist (No. 8 und 64), um so wahrscheinlicher richtig, als Maskelyne noch brieflich darüber beifügt, aus einem Theil dieses Eisens von Südafrika sey ein Schwert für den Kaiser Alexander von Rufsland geschmiedet worden (s. Chladni, Feuermeteore 333.).

Werden diese falschen und zweifelhaften Meteoriten von der Gesammtsumme abgezählt, so bleiben für *Wien* 175 und für *London* 150.

Was aber der Wiener Sammlung einen ganz besonderen Werth giebt, das ist, dafs mehr als die Hälfte der Stücke

Belegstücke zu wirklichen wissenschaftlichen Arbeiten sind. In dieser Sammlung sind die Originalien der Arbeiten von Schreibers, Partsch, Haidinger, Hörnes und Anderen. Alle Stücke sind ohne Ausnahme auf's Sorgfältigste präparirt, die Steine mit Schliff- und Bruchflächen versehen und die Eisen durchweg polirt und geätzt. Dadurch wird jedes Stück für das Studium unschätzbar. Die Berliner Sammlung wird eben in der Weise präparirt und für das Studium aufgeschlossen. Einen rohen Eisenklumpen kann man ob seiner Gröfse und Schwere anstaunen, aber so lange er nicht polirte und geätzte Schnittflächen hat, existirt er kaum für das Studium. Mit der Zubereitung steigt auch der Werth, und es darf nicht verwundern, dafs die sorgfältigst conservirten Sammlungen auch wahrhaft ängstlich und argwöhnisch ihre Schätze bewahren, denn gar manche Liebhaber und Sammler unterscheiden das verbotene »Stehlen« vom gestatteten »Mausen.« Ist doch in London ein mefsbarer Olivinkrystall am Manganopstein räthselhaft ent-

nicht beeinträchtigt wird; dazu gesellen sich aber dann noch die gröfsten wissenschaftlichen Verdienste.

Derartige Vorwürfe, wenn es solche sind, kann ein unberufener Dritter leicht machen, und ist nur beruhigend, dafs sie sich ziemlich gleichmäfsig fast auf die meisten Sammlungen vertheilen. So wissen wir vom Fall in der Gemeinde *des Ormes* nur wenig Geschichtliches; die Pariser Akademie erhielt 125 Grm. und eine Commission wurde mit der Untersuchung beauftragt. Das war 1857 (Instit. 363.), aber bis heute wurde nichts über das Resultat bekannt. Noch weniger weifs man über den 1 Pfd. schweren Meteorstein von *Duruma* in Ostafrika, jetzt in der Kgl. Mineraliensammlung zu München. Vielleicht giebt sich bald Gelegenheit für die mineralogischen und chemischen Schatzgräber die Plätze zusammenzustellen, wo sie untersuchen und forschen müssen. Einstweilen sey im Allgemeinen darauf hingewiesen.

Zum Schlufs noch einige kleine Bemerkungen. *Esnande* (No. 68 Wien. Verz.) ist nach dem *Dict. des Postes de l'Empire* unrichtig. Es mufs *Esnandes* heifsen; ebenso *Liponas* (No. 4 Wien. Verz., No. 5 Lond. Verz.), wofür nach derselben Quelle *Luponnas* zu setzen. *Wittens* (No. 8 Wien. Verz.) mufs *im Wittmes* heifsen, wie ein waldiger Bezirk $1\frac{1}{2}$ Stunde westlich von Eichstädt genannt wird. *Lontalax* (No. 37 Wien. Verz., No. 32 Lond. Verz.) ist auch unrichtig und mufs *Luotolaks* heifsen, welches finnische Wort »Felsenbucht« bedeutet.

Im Begriff das Vorstehende abzusenden erhalte ich von meinem verehrten Freunde Hrn. Haidinger seine Mittheilung über den Meteorsteinfall im *Gorukpur-District* in Ober-Bengalen (1861 Mai 12) (Wien. Akad. Ber. Bd. 45). Hier zeigen sich die Wiener Bestrebungen wieder.

geändert werde
doin College in
körnten Schnee
cher theilweise a
er hart und körn
doch gelingt es a
eine Kältemischun
von diesem Eise
Flasche, die mit
ist, geschüttet wir
und ein Theil des
dert. Die Eistheilch
zen haben, wie E
Dampf in Freiheit (
p. 130).

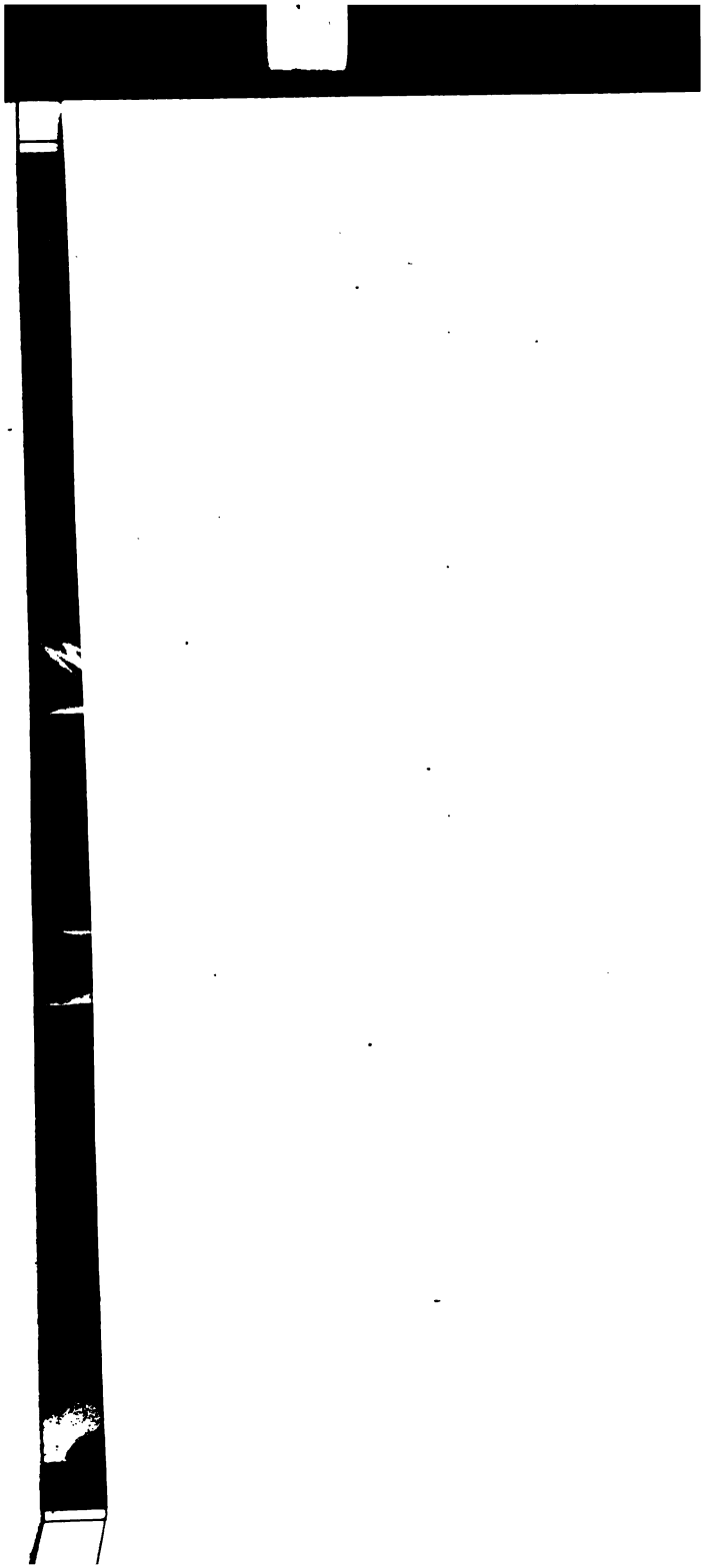
X

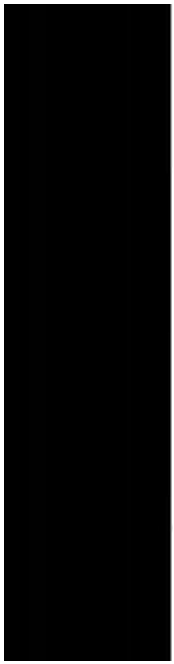
In den von der phy
ausgegebenen »*Forts*
auf S. 200 in

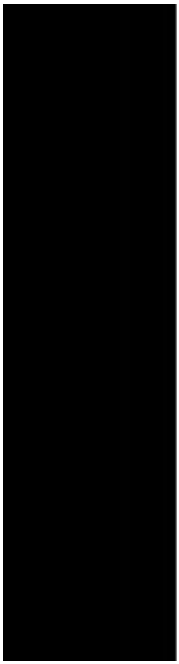
doin College in Boston, wenn man gepulvertes Eis
körnten Schnee statt des Eisenfeilichts nimmt. Sch
cher theilweise aufgethaut und darauf gefroren ist
er hart und körnig geworden, eignet sich dazu a
doch gelingt es auch mit gepulvertem Eise, sobald
eine Kältemischung vollkommen trocken gehalten wir
von diesem Eise oder Schnee ein Löffel voll in ei
Flasche, die mit schwach siedendem Wasser na
ist, geschüttet wird, so erfolgt auf einmal ein stark
und ein Theil des Wassers wird zur Flasche heraus
dert. Die Eistheilchen wirken somit, ehe sie Zeit zu
zen haben, wie Eisentheilchen oder Sand, und s
Dampf in Freiheit (Silliman *Journ., New Ser. Vo
p.* 130).

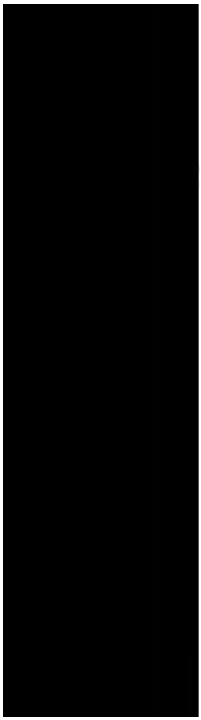
XII. *Berichtigung.*

In den von der physikalischen Gesellschaft zu B
ausgegebenen »*Fortschritten der Physik im Jahre*
auf S. 200 in Betreff meiner Versuche über









PHYSICS

530.5
A313
V.116
1862